منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول
أوابك

النفط والتعاون العربي



المجلد الثالث والخمسون 2026 - العدد 198

الابحاث

- الغاز الحيوي ودوره في تحول الطاقة، وخفض انبعاثات الميثان

  إعداد: م. وائل حامد عبد المعطي

- نحو إطار منسق لتحول الطاقة في الدول الأعضاء في أوابك: المواءمة مع مخرجات مؤتمر الأطراف الثلاثين (COP30)

  إعداد: الدكتور خالد مهدي

- واقع سوق الغاز الأوروبي وآفاقه المستقبلية وانعكاساته على الدول العربية المصدرة للغاز

  إعداد: الدكتور سفيان أوجيدة

تقارير

- أزمة الديزل العالمية بين التوترات الجيوسياسية وتحديات استقرار الأسواق

  إعداد : ماجد ابراهيم عامر



النفط والتعاون العربي

مجلة فصلية محكمة تصدر عن الأمانة العامة لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول

جميـع حقـوق الطبـع محفوظـة ويجوز الاقتبـاس مع ذكر اسم المجلة.



النفط والتعاون العربي

رئيس التحرير

م. خالـــد العتيبـــــي
الأمين العام لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)

مدير التحرير

السيد/عبد الفتاح دندي
مدير الإدارة الإقتصادية والمشرف على إدارة الاعلام والمكتبة
منظمة أوابك

هيئة التحرير

م.عماد مكي
مدير إدارة الشؤون الفنية
منظمة أوابك

د. داوود باهزاد
مدير إدارة العلوم والتكنولوجيا
معهد الكويت للأبحاث العلمية

قواعد النشر في المجلة

تعريف بالمجلة واهدافها

النفط والتعاون العربي مجلة فصلية محكمة تعنى بشؤون النفط والغاز والطاقة حيث تستقطب نخبة من المتخصصين العرب والأجانب لنشر أبحاثهم وتعزيز التعاون العلمي في المجالات التي تغطيها المجلة، كما تقوم على تشجيع الباحثين على إنجاز بحوثهم المبتكرة والإسهام في نشر المعرفة والثقافة البترولية وتلك المتعلقة بالطاقة وتعميمها والعمل على متابعة التطورات العلمية في مجال الصناعة البترولية.

الأبحاث

كافة الأبحاث التي تتعلق بالنفط والغاز والطاقة والتي تهدف إلى الحصول على إضافات جديدة في حقل الفكر الإقتصادي العربي.

مراجعة الأبحاث والكتب

تقوم المجلة بنشر المقالات التي تقدم مراجعة تحليلية لكتب أو دراسات تم نشرها حول صناعة النفط والغاز والطاقة عموماً، بحيث تكون هذه المقالات مرجعاً للباحثين حول أحدث وأهم الإصدارات المتعلقة بالصناعة البترولية.

التقارير

تتناول التقارير وقائع مؤتمر أو ندوة حضرها الكاتب، شريطة أن تكون مواضيعها ذات صلة بالنفط والغاز والطاقة، كما يشترط استئذان الجهة التي أوفدته للمؤتمر أو المؤسسات المشرفة عليه لكي تسمح له بنشرها في مجلتنا. وأن لا تزيد عدد صفحات التقرير عن 10 صفحات مع كافة الأشكال والخرائط والجداول إن وجدت.

شروط البحث

- نشر الأبحاث العلمية الأصيلة التي تلتزم بمنهجية البحث العلمي وخطواته المتعارف عليها دولياً ومكتوبة باللغة العربية.
- أن لا يتجاوز البحث العلمي المنشور على 40 صفحة، (متن البحث، الجداول والاشكال) بدون قائمة المراجع، ويرسل إلكترونيا كاملاً إلى المجلة على شكل word document.
- ترسل الأشكال، الخرائط والصور في ملف اضافي على شكل JPEG.
- استخدام خط Times New Roman في الكتابة وبحجم 12، وأن تكون المسافة بين الأسطر 1.5. وأن تكون تنسيق الهوامش الكلمات بطريقة Justified.
- أن يتم الإشارة الى مصادر المعلومات بطريقة علمية واضحة.

- عند اقتباس أي معلومات من أي مصدر (إذا كانت المعلومات رقميه أو رؤية معينة أو تحليل ما) يجب أن لا يتم الاقتباس الحرفي وإنما يتم أخذ أساس الفكرة وإعادة صياغتها بأسلوب الباحث نفسه، والإشارة إلى مصدر الإقتباس. أما في حالات الإقتباس الحرفي فتضع المادة المقتبسة بين علامتي الإقتباس (”...“).
- يفضل أن تذكر المدن ومراكز الأبحاث والشركات والجامعات الاجنبية الواردة في سياق البحث باللغة الانجليزية ولا تكتب باللغة العربية.
- إرفاق نسخة من السيرة العلمية للباحث مع البحث المرسل.
- تعبر جميع الأفكار المنشورة في المجلة عن آراء كاتبيها ولا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر جهة الإصدار ويخضع ترتيب الأبحاث المنشورة وفقاً للاعتبارات الفنية.
- البحوث المرفوضة يبلغ أصحابها من دون ابداء الأسباب.

ترسل المقالات والمراجعات باسم رئيس التحرير، مجلة النفط والتعاون العربي، أوابك،
على البريد الالكتروني: oapec@oapecorg.org
oapecmedia@oapecorg.org

موقع الأوابك على الانترنت www.oapecorg.org

المحتويات

الابحاث

الغاز الحيوي ودوره في تحول الطاقة، وخفض انبعاثات الميثان

إعداد: م. وائل حامد عبد المعطي ____ 7

نحو إطار منسق لتحول الطاقة في الدول الأعضاء في أوابك: المواءمة مع مخرجات مؤتمر الأطراف الثلاثين (COP30)

إعداد: الدكتور خالد مهدي ____ 111

واقع سوق الغاز الأوروبي وآفاقه المستقبلية وانعكاساته على الدول العربية المصدرة للغاز

إعداد: الدكتور سفيان أوجيدة ____ 121

تقارير

أزمة الديزل العالمية بين التوترات الجيوسياسية وتحديات استقرار الأسواق

إعداد : ماجد ابراهيم عامر ____ 253

مجلة عربية تهتم بنشر المعرفة والثقافة البترولية وتلك المتعلقة بالطاقة وتعميمها والعمل على متابعة التطورات العلمية في مجال الصناعة البترولية

المقالات المنشورة في هذه المجلة تعكس آراء مؤلفيها ولا تعبر بالضرورة عن رأي منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول - أوابك

البحث الأول

الغاز الحيوي ودوره في تحول الطاقة، وخفض انبعاثات الميثان

م. وائل حامد عبد المعطي *

* خبير صناعات غازية ، أوابك - الكويت



الفصل الأول: مصادر الغاز الحيوي وتطبيقاته



1-1 حقائق أساسية عن الغاز الحيوي
2-1 السلسلة الكاملة للغاز الحيوي من الإنتاج إلى الاستهلاك
3-1 مكونات منشأة إنتاج الغاز الحيوي
4-1 العوامل المؤثرة على عملية الهضم اللاهوائي

مقدمة

يعد الغاز الحيوي أحد الأدوات المرنة القادرة على الجمع بين إدارة النفايات، وخفض الانبعاثات، وتوفير طاقة نظيفة منخفضة الكربون في آن واحد. فهو ينتج عن التحلل/الهضم اللاهوائي للمخلفات العضوية بمختلف أنواعها، وهي مواد أولية محلية متاحة بكثرة في معظم الدول. ويتسبب عدم معالجة هذه المخلفات في إطلاق غاز الميثان الذي يعد الأكثر تأثيراً على الاحتباس الحراري بعد ثاني أكسيد الكربون بسبب قدرته المرتفعة على حبس الحرارة (Global Warming Potential, GWP). ومع تزايد الاهتمام العالمي بخفض انبعاثات الميثان وتبني مبادرات للحد منه، برز إنتاج الغاز الحيوي كحل فعّال قادر على تحويل هذه الانبعاثات الضارة إلى طاقة مفيدة. وبذلك يساهم الغاز الحيوي في الحفاظ على البيئة، وتحقيق أهداف الحياد الكربوني التي تبنتها عدة دول.

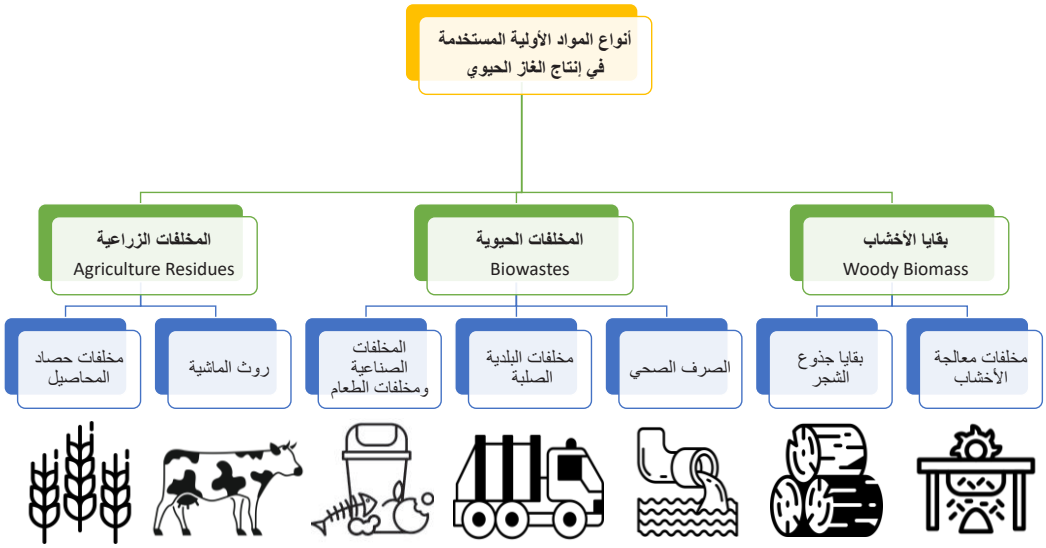
1-1: حقائق أساسية عن الغاز الحيوي

1-1-1: ما هو الغاز الحيوي؟

الغاز الحيوي هو مصدر طاقة يتكون بشكل أساسي من غاز الميثان وثاني أكسيد الكربون، بالإضافة إلى نسبة أقل من مركبات غازية أخرى. وينتج الغاز الحيوي من تحلل المخلفات العضوية عبر تهيئة الظروف اللازمة لتحللها بواسطة بكتيريا في وسط خال من الأكسجين، وهي العملية التي تعرف باسم عملية الهضم اللاهوائي (Anaerobic Digestion, AD) للمخلفات العضوية. وقد جاءت تسمية الغاز الحيوي في إشارة إلى طبيعة العملية البيولوجية التي تتغذى فيها البكتيريا على المادة العضوية وتؤدي بالنهاية إلى تحرره، وكذلك إلى المخلفات العضوية كونها متجددة.

تحدث عملية الهضم اللاهوائي في الطبيعة للمادة العضوية المترسبة أسفل البحيرات والمسطحات الصغيرة، وكذلك للنفايات العضوية السطحية عندما تتراكم فوق بعضها لفترة، مما يؤدي إلى خلق وسط خال من الهواء. ومع نمو النشاط البكتيري يبدأ تحلل المخلفات ويتحرر الغاز الحيوي. وقد تمت الاستفادة من هذا الظاهرة الطبيعية وتطبيقها صناعياً لإنتاج الغاز الحيوي، عبر تهيئة الظروف اللازمة لتحفيز النشاط البكتيري داخل أوعية مُحكمة الغلق تعرف باسم أجهزة الهضم أو الهواضم (Digesters). ويمكن الحصول على المخلفات العضوية المستخدمة في إنتاج الغاز الحيوي من عدة مصادر وأبرزها المخلفات الزراعية (سواء نباتية أو حيوانية) ومن أمثلتها مخلفات حصاد المحاصيل بأنواعها المختلفة والروث الحيواني (Manure). كما تعد المخلفات البلدية الصلبة (Municipal Solid Wastes, MSW) من المصادر الشائعة في إنتاج الغاز الحيوي، وتشمل بقايا الطعام من المنازل والمحلات التجارية، وبقايا القصاصات الورقية والكرتون، وحمأة الصرف الصحي (Sewage Sludge). أما المصدر الرئيسي الثالث فيضم المخلفات الناتجة عن العمليات الصناعية المختلفة مثل صناعة المشروبات والعصائر، والألبان، وحمأة مياه الصرف الصناعي كما هو مبين بالشكل 1-1.

الشكل 1-1: مصادر المواد العضوية المستخدمة في إنتاج الغاز الحيوي



المصدر: الباحث

يختلف تركيب الغاز الحيوي حسب نوع المخلفات العضوية التي استخدمت كمادة أولية في عملية إنتاجه، لكن في جميع الحالات يعد الميثان المكون الرئيسي له بنسبة قد تتراوح بين 45 و 70% [1]، وقد تصل النسبة في بعض الحالات إلى 75%. بينما يعد غاز ثاني أكسيد الكربون المكون الرئيسي الثاني بنسبة قد تتراوح من 30% إلى 49%، وبذلك يشكل الميثان وثاني أكسيد الكربون معاً أكثر من 90-95% من تركيب الغاز الحيوي. وعادة ما يحتوي الغاز الحيوي في صورته الخام (أي قبل معالجته) على غازات ومكونات أخرى، ولكن بنسب أقل مثل النيتروجين (N_2)، والأمونيا (NH_3)، وغاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S). كما قد يحتوي على نسب ضئيلة من الهيدروجين، والأكسجين، وأول أكسيد الكربون (CO). وعادة يكون الغاز الحيوي مشبعاً ببخار الماء. يلخص الجدول 1-1، مكونات الغاز الحيوي المنتج من عدة محطات معالجة في مواقع مختارة.

الجدول 1-1: مكونات الغاز الحيوي المنتج في مواقع مختارة

المكون	باكستان	نيجيريا	أوروبا* (المدى)
الميثان CH_4	%64	%56.2	%69-49
ثاني أكسيد الكربون CO_2	%34	%39.51	%44-29
النيتروجين N_2	%1.05	0	%13-0.6
كبريتيد الهيدروجين H_2S	%0.05	%1.84	ضئيلة جداً (أجزاء في المليون)
أول أكسيد الكربون CO	%0.3	%1.91	-
الهيدروجين H_2	%0.6	0	-
الأكسجين O_2	0	0	%3-0.2
الإجمالي	100%	100%	%100

* بناءً على بيانات أكثر من 27 موقعاً أوروبياً تشمل ألمانيا، سويسرا، إيطاليا، فنلندا، هولندا، ليتوانيا، والمملكة المتحدة

المصدر: الباحث استناداً إلى بيانات الغاز الحيوي من مواقع مختلفة

يتأثر تركيب الغاز الحيوي بعدة عوامل أبرزها مصـــدر المادة العضـــوية المســتخدمة في إنتاجه، حيث تكون نســبة غاز الميثان أعلى في مخلفات الطعام، وتقل في الروث الحيواني. كما تؤثر عوامل أخرى على تركيب الغاز الحيوي مثل ظروف تشـغيل جهاز الهضـم من ضـغط وحرارة، ونسـبة الرطوبة في المخلفات العضـوية، وتصميم المفاعل المستخدم في العملية.

1-1-2: الميثان الحيوي (Bio-Methane) أو الغاز الطبيعي المتجدد

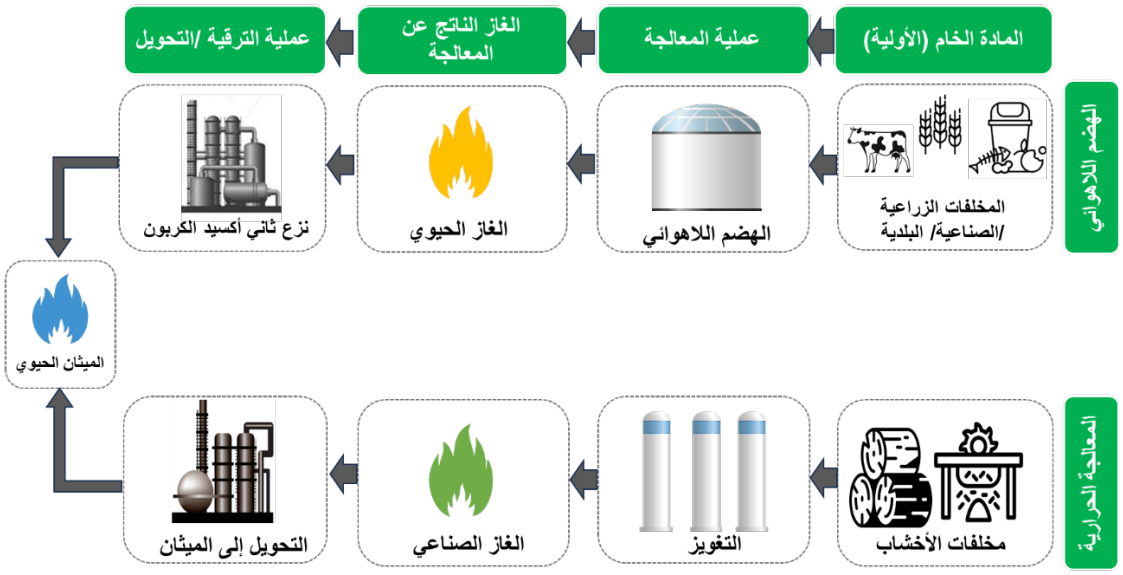
يجب عدم الخلط بين الغاز الحيوي والميثان الحيوي (Bio-Methane) حيث أن الأخير (الميثان الحيوي) يتكون بشكل أساسي من غاز الميثان بأكثر من 90-95% ويتشابه في مكوناته مع الغاز الطبيعي.

عملياً يتم الحصول على الميثان الحيوي عبر معالجة الغاز الحيوي نفسه وتنقيته من الشـوائب الضـارة وأبرزها غاز ثاني أكسـيد الكربون، والمركبات الكبريتية مثل كبريتيد الهيدروجين، وهي العملية التي تعرف باســم الترقية (Upgrading). ويعود الهدف الرئيســي من هذه العملية إلى تحســين مواصــفات الغاز الحيوي لجعله مطابقاً لمواصـــفات الاســـتخدام في التطبيقات النهائية مثل قطاع النقل، وقطاع الكهرباء، والقطاع الصناعي.

في سياق آخر، تختلف تسمية الميثان الحيوي من منطقة إلى أخرى، ففي أمريكا الشمالية يعرف باسم الغاز الطبيعي المتجدد (Renewable Natural Gas, RNG)، وفي الدانمارك يعرف باسم الغاز الأخضـر (Green Gas). بينما يعرف في الصـين باســم الغاز الطبيعي الحيوي (Bio Natural Gas). أما في الهند، فيعرف الميثان الحيوي باسم الغاز الطبيعي المضغوط الحيوي (Bio-CNG)، حيث ينحصر استخدام الغاز الحيوي بعد معالجته وضغطه كوقود في قطاع النقل.

لا ينحصـر إنتاج الميثان الحيوي على ترقية الغاز الحيوي المنتج عبر الهضـم اللاهوائي للمخلفات العضوية، بل هناك طرق أخرى تستخدم في إنتاجه بشكل مباشر. ومن أبرز تلك الطرق، المعالجة الحرارية للمخلفات والبقايا الناتجة عن عمليات معالجة الأخشـاب (Wood Processing)، وكذلك معالجة بقايا ومخلفات جذوع الأشـجار (Log Residues). حيث يتم خلال هذه العملية تغويز هذه المخلفات للحصول على الغاز الاصطناعي الحيوي (Bio-syngas) والذي يتكون من غاز أول أكسيد الكربون وغاز الهيدروجين ($CO+H_2$)، ثم يتم تحويل الغاز الاصطناعي لاحقاً إلى الميثان من خلال عملية تكوين الميثان أو الميثنة (Methanation) والتي تتم في وجود عامل حفاز مثل النيكل لتحفيز التفاعل[2]، كما هو موضح بالشكل 1-2. وبشكل عام يمكن استخدام مصطلح الغازات الحيوية (Bio Gases) للتعبير عن كل من الغاز الحيوي في صـورته الخام الناتج من عملية الهضـم اللاهوائي، وكذلك الميثان الحيوي باعتبار أن منشأ كل منهما ذو أصل متجدد.

الشكل 1-2: طرق إنتاج الميثان الحيوي (Bio-Methane)



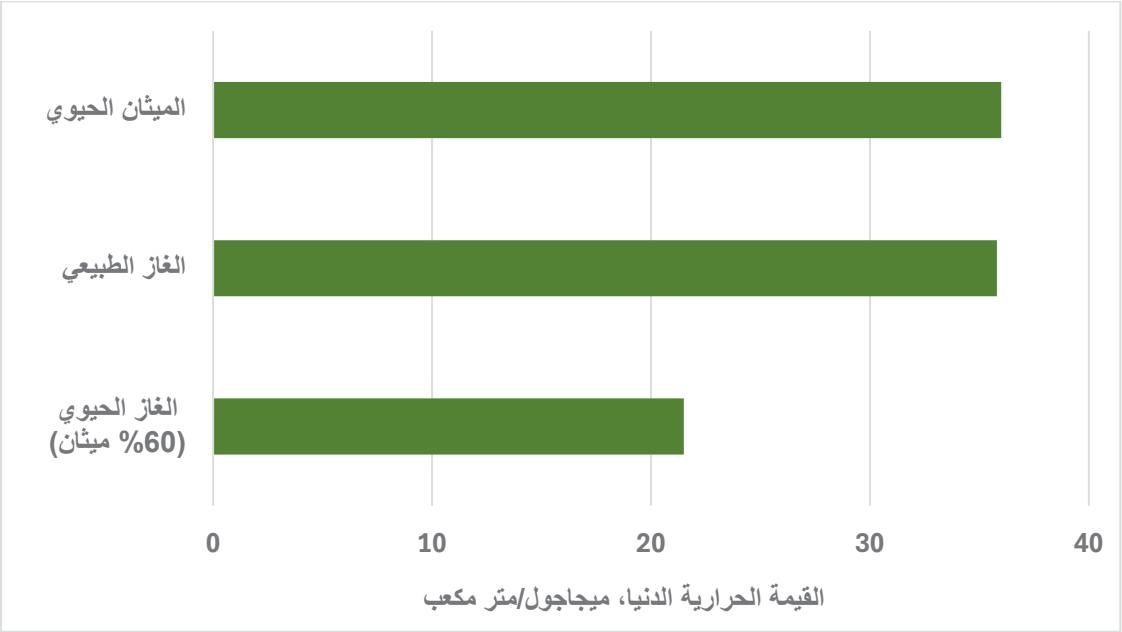
المصدر: الباحث

3-1-1: القيمة الحرارية للغاز الحيوي والميثان الحيوي

يتسم الغاز الحيوي بانخفاض قيمته الحرارية بشكل كبير إذا ما قورن بالغاز الطبيعي، ويعود ذلك إلى احتوائه على نسبة كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون. ونظراً لأن نسبة الميثان في تركيب الغاز الحيوي ليست ثابتة (تتراوح بين 45% و75%)، حيث تختلف حسب نوع المواد الأولية المستخدمة وظروف التشغيل، فإن القيمة الحرارية الدنيا (Lower Heating Value, LHV) قد تتراوح بين 16 ميجا جول لكل متر مكعب كحد أدنى، وحتى 28 ميجاجول لكل متر مكعب كحد أقصى [3]. وعلى سبيل المثال، إذا كانت نسبة الميثان حوالي 60%، فإن القيمة الحرارية للغاز الحيوي الجاف (بعد تجفيفه من بخار الماء) ستصل إلى 21.5 ميجا جول/متر مكعب. ونظراً لتدني القيمة الحرارية للغاز الحيوي، فإن تطبيقات استخدامه في صورته الخام تعد محدودة، حيث تقتصر على استخدامه كوقود للطهي أو التسخين في المناطق الريفية أو النائية. ولذلك تعد عملية ترقية الغاز الحيوي إلى ميثان حيوي أمراً ضرورياً لتوسيع نطاق استخدامه. فبعد عملية الترقية، ترتفع القيمة الحرارية إلى 36 ميجا جول/متر مكعب. وعلى سبيل المقارنة، فإن القيمة الحرارية للغاز الطبيعي القابل للاستخدام في شبكات نقل وتوزيع الغاز، تصل قيمته الحرارية إلى 35.8 ميجا جول/متر مكعب في الظروف العادية. ومن ثم يصبح الميثان الحيوي صالحاً للاستخدام في نفس التطبيقات التي يستخدم فيها الغاز الطبيعي مثل توليد الكهرباء والتوليد المشترك للكهرباء والحرارة أو كوقود للنقل أو كمادة خام للقطاع الصناعي.

يوضح الشكل 1-3، مقارنة بين القيم الحرارية الدُنيا للغاز الحيوي والميثان الحيوي، والغاز الطبيعي.

الشكل 1-3: مقارنة القيمة الحرارية (الدُنيا) للغازات الطبيعية والحيوية*



*الغازات الحيوية تشمل الغاز الحيوي والميثان الحيوي، أما الغازات الطبيعية فتشمل الغاز الطبيعي سواء مصاحب أو غير مصاحب للنفط الخام

المصدر: الباحث

1-1-4: القدرة على إنتاج الميثان

تُعد القدرة على إنتاج الميثان (Methane Potential) من العناصر الأساسية عند تقييم وتنفيذ مشاريع إنتاج الغاز الحيوي. وتعرف بأنها أقصى كمية من غاز الميثان يمكن توليدها من كتلة محددة من المادة العضوية خلال عملية الهضم اللاهوائي بواسطة البكتيريا. وهي تعد مؤشراً حاسماً في دراسة الجدوى الاقتصادية، وتقدير العائد المتوقع من المشروع. كما تُعد عاملاً مهماً في مرحلة التصميم الهندسي الأولي لتحديد الحجم الأمثل لأجهزة الهضم اللاهوائي، وسعة تخزين الغاز، وزمن الاحتجاز المناسب لهضم المادة العضوية.

إضافة إلى ذلك، تتدخل القدرة على إنتاج الميثان في نسب خلط المواد العضوية الملائمة لعمليات الهضم المشترك (Co-digestion)، عند خلط مخلفات من مصادر

مختلفة لتعظيم الإنتاجية. يوضح الشكل 1-4 أهمية القدرة على إنتاج الميثان في مشروع الغاز الحيوي.

الشكل 1-4: أهمية عامل "القدرة على إنتاج الميثان" في منظومة مشروع الغاز الحيوي



المصدر: الباحث

يمكن تحديد قيم القدرة على إنتاج الميثان للمواد العضوية عبر التجارب المختبرية ضمن ظروف قياسية محددة، إلا أنها تعبر عن أقصى كمية نظرية يمكن إنتاجها من الميثان. ونظراً لأن ظروف التشغيل الميدانية تختلف عن الظروف المختبرية، فعادة ما تعطي "القدرة على إنتاج الميثان" قيم أعلى بكثير من عائد الميثان (Methane Yield) الذي يتم إنتاجه فعلياً في جهاز الهضم في منشأة الغاز الحيوي. ولذلك يعد عائد الميثان المقياس الأكثر واقعية في تحديد كمية الميثان التي يمكن إنتاجها (متر مكعب) لوحدة الكتلة من المخلفات العضوية (طن)، التي تخضع لعملية الهضم اللاهوائي في ظروف التشغيل الميدانية.

تتفاوت قيمة عائد الميثان حسب مصدر المخلفات العضوية، كما تتأثر قيمتها بشكل سلبي كلما زادت نسبة الرطوبة (الماء) في المخلفات وبالأخص في الروث الحيواني كونها ليست ذات قيمة حرارية. وكما هو مبين بالجدول 1-2، فإن الروث الحيواني ذو عائد ميثان منخفض عموماً بسبب احتوائه على نسبة كبيرة من المياه التي قد تصل إلى 80-90%، بينما ترتفع قيمة عائد الميثان لمخلفات القطاع الصناعي والتي قد تصل إلى 580-1,000 متر مكعب لكل طن من مخلفات الجليسرين الخام، بينما تتراوح في حالة حمأة الصرف الصحي بين 50 و80 متر مكعب غاز لكل طن.

كما أن تهيئة الظروف التشغيلية المثالية تساهم في تحسين كفاءة عملية الهضم اللاهوائي، ومن ثم زيادة عائد الميثان.

الجدول 1-2: عائد الميثان (Methane Yield) لأنواع مختارة من المادة العضوية المستخدمة عملية في الهضم اللاهوائي

(متر مكعب لكل طن)

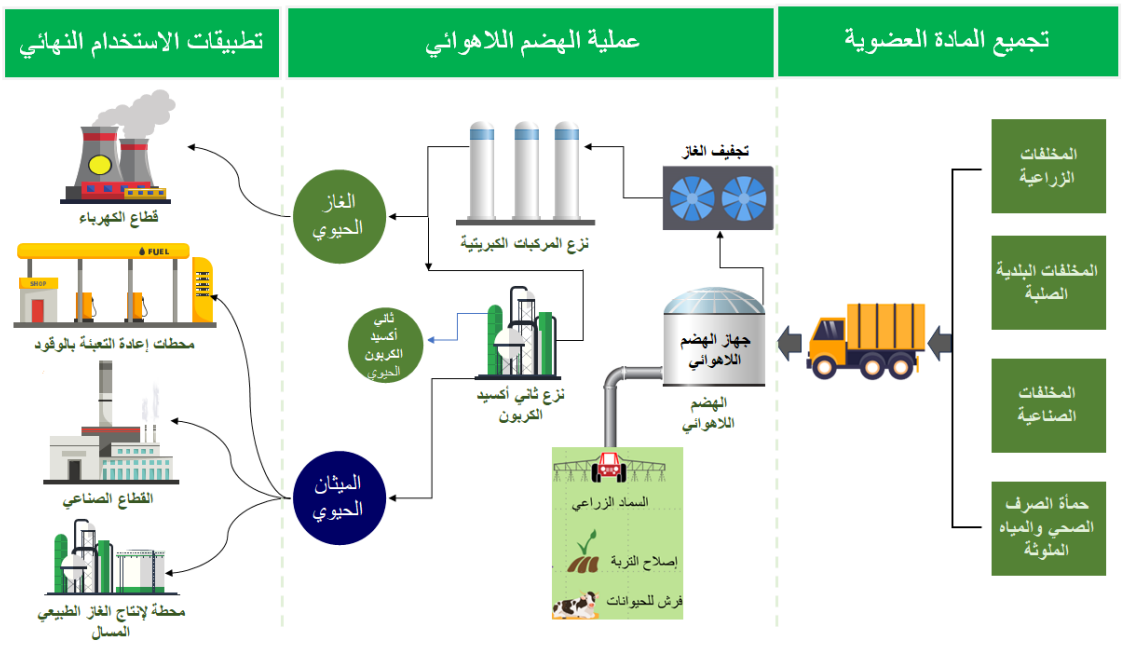
الفئة	المادة العضوية	أقل عائد (متر مكعب لكل طن)	أعلى عائد (متر مكعب لكل طن)
المخلفات الزراعية والحيوانية	روث الأبقار (10% وزن المادة الصلبة)	15	25
	روث الدواجن (20% وزن المادة الصلبة)	30	100
	القش	242	324
	القمح الكامل	185	200
الحمأة ومخلفات الصرف الصحي	حمأة الصرف الصحي	50	80
مخلفات البلدية	النفايات الغذائية (Food waste)	80	200
المخلفات الصناعية	مخلفات الصناعات الغذائية	100	180
	الجليسرين الخام (80% وزن المادة الجافة)	580	1000
	الدهون (Fats)	حتى 1,200	

المصدر: بيانات مجمعة من عدة مصادر [4, 5, 6]

1-2: السلسلة الكاملة للغاز الحيوي من الإنتاج إلى الاستهلاك

تضم سلسلة إنتاج الغاز الحيوي مجموعة من العمليات تبدأ بتجميع المخلفات العضوية ثم تحللها إلى غاز حيوي ثم معالجته لجعله صالحاً للاستخدام في التطبيقات النهائية. ولتبسيط السلسلة، يمكن تقسيم هذه العمليات إلى ثلاث مراحل متتالية كما هو موضح بالشكل 1-5.

الشكل 1-5: السلسلة الكاملة للغاز الحيوي من الإنتاج إلى الاستهلاك



المصدر: الباحث

- المرحلة الأولى: تجميع المادة العضوية (المادة الخام)

تبدأ السلسلة بتجميع المخلفات العضوية من مصادرها المختلفة بهدف توفير المادة الخام التي ستقوم بتغذية منشأة إنتاج الغاز الحيوي، التي تعد قلب سلسلة القيمة. وقد تكون المخلفات العضوية زراعية المنشأ مثل مخلفات المحاصيل أو الروث الحيواني، وهي الأكثر شيوعاً في الاستخدام عالمياً[7]. وهذا النوع من المخلفات متوافر بكثرة في الدول ذات الإنتاج الزراعي والحيواني. كما أن استغلال المخلفات الزراعية

في منشأة الغاز الحيوي ينتج عنها سماد عضوي ذو جودة عالية كمنتج ثانوي، الأمر الذي يحسن من اقتصاديات المشروع. كما تعد المخلفات الصناعية وبالأخص الناتجة من الصناعات الغذائية، من المخلفات التي يفضلها مشغلو محطات إنتاج الغاز الحيوي، نظراً لما تتسم به من عائد مرتفع للميثان، ومن ثم تساهم في تحسين العائد الاقتصادي من المشروع. فعائد الميثان من المخلفات من صناعة الزيوت النباتية يصل إلى 154 وحتى 400 متر مكعب لكل طن. أما للمخلفات الناتجة عن صناعة الدهون، فقد يصل عائد الميثان إلى 1,200 متر مكعب لكل طن. لذلك، يقوم مشغلو محطات الغاز الحيوي بدفع رسوم إلى البلدية أو السلطات المحلية نظير الحصول على المخلفات الصناعية نظراً لقيمتها العالية. وهذا النموذج التجاري مطبق على نطاق واسع في الدول الأوروبية.

وفي بعض الحالات التي تكون فيها الكميات المتوفرة من نوع واحد من المخلفات محدودة وغير مجدية اقتصادياً، يمكن خلط المخلفات الزراعية والصناعية لضمان تغذية محطة الغاز الحيوي بكميات مناسبة لتحسين الإنتاجية، وتسمى هذه العملية بالهضم المشترك Co-Digestion. حيث يتم احتساب قيمة عائد الميثان لكل نوع من المخلفات لتحديد نسبة الخلط المجدية اقتصادياً، مع ضمان التغذية المستمرة لمحطة الإنتاج.

كما تعد مخلفات البلدية الصلبة (MSW) من المصادر الهامة في صناعة الغاز الحيوي، وهي تشمل كافة المخلفات التي تقوم بتجميعها من القطاع السكني والمنشآت التجارية ومن بينها مخلفات وبقايا الطعام والكرتون والأوراق، كما هو موضح بالشكل 6-1. ومن الأفضل أن يتم فرزها مسبقاً لتحديد البقايا العضوية (Bio-Waste)، قبل تغذية محطة الغاز الحيوي.

الشكل 1-6: أمثلة من مخلفات البلدية الصلبة المستخدمة في إنتاج الغاز الحيوي



مخلفات وبقايا الطعام | بقايا الورق والكرتون

المصدر: University of California [8]

- **المرحلة الثانية: إنتاج ومعالجة الغاز الحيوي**

تعد منشـــأة إنتاج ومعالجة الغاز الحيوي، أهم جزء في ســـلســـلة القيمة للغاز الحيوي، وفيها تتم عملية الهضـــم اللاهوائي لتفتيت المادة العضـــوية الموجودة في المخلفات إلى غاز حيوي. وتعتمد هذه العملية بشكل أساسي على نشاط الكائنات الحية الدقيقة (البكتيريا) التي تتغذى على المادة العضـوية لتطلق الغاز الحيوي عبر سـلسـلة من العمليات البيولوجية. كما ينتج عن هذه العملية البقايا المهضـــومة (Digestate) وهي منتج ثانوي ذو قيمة عالية لأنه بمثابة ســـماد طبيعي غني بالكربون العضـــوي والعناصـر الغذائية الأخرى، ويمكن استخدامها مباشـرة في تخصـيب التربة الزراعية. كما تضـم منشـأة الغاز الحيوي عمليات معالجة أولية لإزالة الشـوائب الضـارة، وعلى رأســها كبريتيد الهيدروجين (H_2S)، والذي يتســبب وجوده في تلف المعدات وتقليص عمرها التشـــغيلي نتيجة التآكل. ويُشـــترط عادةً خفض تركيز كبريتيد الهيدروجين إلى مستويات لا تتجاوز 5 جزء في المليون (ppm) .

- **المرحلة الثالثة: مرحلة الاستهلاك**

يتم في المرحلة الثالثة استخدام الغاز الحيوي بعد معالجته. ومن الناحية النظرية، يمكن استخدام الغاز الحيوي في معظم التطبيقات المصمّمة للعمل بالغاز الطبيعي، إلا أن ارتفاع محتوى ثاني أكسيد الكربون في الغاز الحيوي يجعله غير مطابق للمواصفات القياسية المطلوبة لاستخدامه كوقود للنقل أو للحقن مباشرة في شبكات نقل الغاز الطبيعي دون إجراء عمليات ترقية إضافية. لذلك، يكون الغاز الحيوي أكثر ملاءمة للاستخدام في التطبيقات الثابتة في نفس موقع محطة الإنتاج. وتُعد الغلايات (Boilers) من أبرز هذه التطبيقات، حيث يمكن استخدام الغاز الحيوي فيها مباشرة حيث لا تحتاج إلى ضغوط تشغيل مرتفعة أو مستويات عالية من جودة الغاز، مقارنة بتطبيقات أخرى.

كما يمكن استخدام الغاز الحيوي في محطات التوليد المشترك للكهرباء والحرارة (Combined Heat and Power, CHP) وذلك عبر حرق الغاز لتوليد طاقة ميكانيكية وتحويلها إلى طاقة كهربائية، وطاقة حرارية. وعادة تتواجد هذه الوحدات كجزء مكمل في محطة الغاز الحيوي، حيث تستخدم الكهرباء المولدة لتشغيل المعدات، بينما تستغل الحرارة المولدة في تسخين جهاز الهضم اللاهوائي. وتصل كفاءة توليد الكهرباء إلى 40%، ووصلت في بعض الوحدات الحديثة إلى 43%[9]. بينما تصل كفاءة توليد الحرارة إلى نحو 50%. وبذلك تصل الكفاءة الكلية والتي تعبر عن مجموع الكفاءة الحرارية والكهربائية لمحطة التوليد المشترك إلى أكثر من 90% من القيمة الحرارية للغاز الحيوي.

وفي غالبية المواقع، يتم ربط الكهرباء المولدة من محطات التوليد المشترك بشبكة الكهرباء المحلية، بما يسمح بتصدير الفائض في الإنتاج إلى السوق المحلي، أو السحب من الشبكة إذا حدثت اضطرابات في عملية توليد الكهرباء اللازمة لمحطة

الغاز الحيوي. يبين الشكل 1-7، تغذية وحدة توليد مشتركة للكهرباء والحرارة داخل محطة للغاز الحيوي.

الشكل 1-7: وحدة توليد مشتركة للكهرباء والحرارة باستخدام الغاز الحيوي

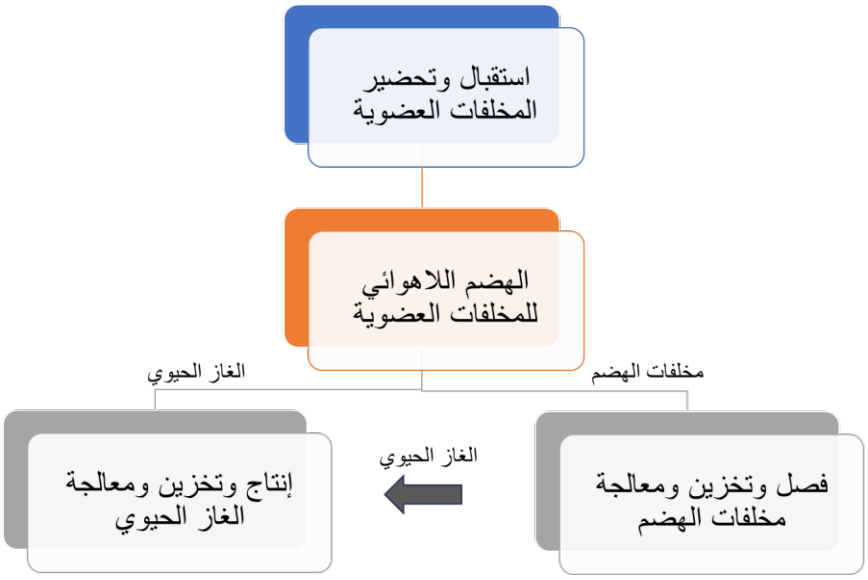


المصدر: Clarke Energy [10]

1-3: سير العمليات داخل منشأة إنتاج الغاز الحيوي

تضم محطة الغاز الحيوي مجموعة من العمليات المتتالية التي تهدف إلى استمرار تزويد المادة العضوية إلى جهاز الهضم اللاهوائي بغية توليد الغاز الحيوي بطريقة مستقرة، على النحو المبين بالشكل 1-8. ويعمل مشغلو هذا النوع من المحطات على توفير الشروط المناسبة في جهاز الهضم اللاهوائي لتحفيز النشاط البكتيري اللازم لهضم المادة العضوية، مع تجنب حدوث أية توقفات في عملية التشغيل.

الشكل 1-8: تسلسل عمليات إنتاج الغاز الحيوي داخل منشأة الهضم اللاهوائي للمادة العضوية



1-3-1: عملية استقبال وتحضير المخلفات العضوية

يتم تجميع المخلفات العضوية من مصادرها المختلفة في منطقة استقبال (Reception Area) داخل المحطة. وعادة تترك عدة ساعات قبل إجراء التهيئة الأولية لها، والتي من خلالها يتم عمل غسيل للمخلفات العضوية ومزجها بالماء. كما يتم في هذه المرحلة فصل المكونات الضارة مثل النفايات البلاستيكية كالأكياس أو البقايا المعدنية أو الزجاج وبقايا المواد الصلبة، والتي يؤدي تواجدها إلى تلف المعدات الدوارة مثل الضواغط والمضخات وأجهزة الخلط. كما أن عدم إزالتها سيؤدي إلى تراكمها داخل جهاز الهضم اللاهوائي بمرور الوقت، وهو الأمر الذي سيقلل من الحيز المستخدم في عملية الهضم، ومن ثم تخفيض إنتاج الغاز الحيوي. وبعد أن يتم تجهيز المادة العضوية في صورة خليط من المواد الصلبة والسائلة، يتم ضخها إلى المرحلة التالية الخاصة بعملية الهضم اللاهوائي.

1-3-2: عملية الهضم اللاهوائي (Anaerobic Digestion)

تتم عملية الهضم اللاهوائي داخل جهاز الهضم (الهاضم) في وسط خال من الأكسجين. حيث يتم ضخ المادة العضوية - بعد معالجتها وتجهيزها مسبقاً- في صورة خليط من المواد الصلبة والسائلة إلى داخل الجهاز عبر خط أنابيب مخصص لذلك. ومع ضبط ظروف التشغيل المناسبة من الحرارة المناسبة، وتوفير وقت الاحتجاز (البقاء) داخل الجهاز، تبدأ البكتيريا والميكروبات الموجودة طبيعياً داخل المادة العضوية في النمو والتكاثر ومن ثم تتغذى على المادة العضوية. حيث تبدأ البكتيريا في تكسير المادة العضوية التي تتكون أساساً من سلاسل طويلة من الكربون والهيدروجين، لتبدأ سلسلة من العمليات البيولوجية ينتج عنها أحماض، وتخميرها على مراحل لتنتهي في النهاية بتكوين وإنتاج الغاز الحيوي. ويتم تخزين وتجميع الغاز الحيوي المتحرر من العملية في القسم العلوي من جهاز الهضم (كما هو مبين بالشكل 1-9)، تمهيداً لمعالجته حتى يصبح صالحاً للاستخدام.

ولتحسين عملية الهضم ومساعدة البكتيريا على النمو والتكاثر، يتم تسخين جهاز الهضم في بعض المحطات من خلال منظومة حرارية للحفاظ على الوسط ضمن مستويات الحرارة المطلوبة والتي قد تصل في بعض الحالات إلى أكثر من 60 درجة مئوية. ولتقليل فقد الحرارة، يتم تغليف جهاز الهاضم باستخدام مادة عازلة. كما يتبقى بعد انتهاء عملية الهضم، مخلفات الهضم (Digestate) أو ما يعرف باسم السماد الطبيعي والذي يتم سحبه من جهاز الهضم واستخدامه كسماد زراعي.

الشكل 1-9: مكونات جهاز الهضم



المصدر: LIPP magazine

تتم عملية الهضم اللاهوائي للمادة العضوية عند ظروف ومعايير تشغيلية متنوعة، والتي على أساسها يمكن تقسيمها إلى عدة أنواع حسب المعيار المستخدم. فمثلاً إذا كان إجمالي المواد الصلبة (Total Solids, TS)[1] في مزيج المواد الداخلة إلى الجهاز أعلى من 10% (أي 10% مواد صلبة، و90% مواد سائلة)، فتصنف عملية الهضم اللاهوائي على أنها عملية هضم جافة (Dry Digestion). أما إذا قلت نسبة المواد الصلبة عن 10%، فتصنف العملية على أنها عملية هضم رطبة (Wet Digestion).

كما يمكن تصنيف العملية على أساس استمرارية سريان المواد الداخلة التي قد تكون متقطعة (Intermittent)، أو مستمرة (Continuous)، أو شبه مستمرة (Quasi-Continuous). كما تلعب درجة الحرارة دوراً هاماً في نمو وازدهار النشاط البكتيري، وبحسب نطاق درجة الحرارة التي يعمل عندها جهاز الهضم

[1] يشار أيضاً إلى إجمالي المواد الصلبة بالمادة الجافة (Dry matter)

اللاهوائي، يمكن تصـنيف العملية إلى ثلاثة أنواع وهي Psychrophilic في إشـارة إلى اسـم البكتيريا التي تنشـط عند درجات الحرارة المنخفضـة، و Mesophilic في إشارة إلى البكتيريا التي تنشط في درجات الحرارة المتوسطة، و Thermophilic في إشارة إلى البكتيريا التي تنشط عند درجات الحرارة المرتفعة.

يلخص الجدول 1-3، المعايير المستخدمة في تصنيف عملية الهضم اللاهوائي حسـب تكوين المواد الداخلة، وطبيعة السـريان، ونطاق حرارة التشـغيل، وكذلك عدد مراحل العملية.

الجدول 1-3: المعايير المستخدمة في تصنيف عملية الهضم اللاهوائي

المعيار	تصنيف العملية	المعيار
تركيب المواد الداخلة	جافة (Dry)	نسبة المادة الجافة (إجمالي المواد الصلبة) أعلى من 10%
	رطبة (Wet)	نسبة المادة الجافة (إجمالي المواد الصلبة) أقل من 10%
طبيعة سريان المواد الداخلة	مستمرة (Continuous)	تغذية مستمرة لجهاز الهضم اللاهوائي على مدار اليوم
	متقطعة (Intermittent)	تغذية جهاز الهضم اللاهوائي بالكامل والانتظار حتى انتهاء العملية
نطاق حرارة التشغيل	Psychrophilic	أقل من 20 درجة مئوية
	Mesophilic	30 - 40 درجة مئوية
	Thermophilic	50 - 65 درجة مئوية
عدد أطوار العملية (Process Phases)	Single-phase	جميع العمليات الحيوية تتم في مرحلة واحدة
	Two-phase	تتم العمليات الحيوية على مرحلتين

المصدر: الباحث استناداً إلى Biogas Portal Info[11]

تتوافر عالمياً عدة أنواع تجارية من أجهزة الهضـــم، والتي تلائم أنواع مختلفة من المواد العضوية وظروف التشغيل المتنوعة، ويمكن تقسيمها حسب الشكل الهندسي والتصميم إلى خمسة أنواع هي:

1) جهاز الهضم ذو القبة الثابتة (Fixed-Dome Digester)
2) جهاز الهضم ذو القبة العائمة (Floating-Dom Digester)
3) المفاعل الصهريجي مع التقليب المستمر (Continuous Stirred Tank Reactor, CSTR)
4) جهاز الهضم الأنبوبي (Plug Flow Digester)
5) جهاز الهضم ذو الحمأة اللاهوائية الصاعدة (Upflow Anaerobic Sludge Blanket Digester, UASB)

تعد أجهزة الهضم ذات القبة الثابتة والعائمة من أقدم تقنيات الهضم اللاهوائي وأكثرها بساطة في التصميم والشكل الهندسي، وقد أثبتت فعاليتها في المشاريع الريفية والمزارع الصغيرة. لكنها لا تعد خياراً ملائماً للمشاريع التجارية أو للهضم المشترك بسبب صعوبة التحكم في التشغيل.

أما الأنواع الأخرى فتناسب المشاريع التجارية ذات الطاقات التصميمية الكبيرة، وتصلح بشكل فعال للهضم المشترك القائم على استخدام أكثر من نوع من المخلفات. ومن أكثرها شيوعاً في الاستخدام المفاعل الصهريجي ذو التقليب المستمر (CSTR)، وهو خزان أسطواني الشكل، وله سقف غشائي مرن يستخدم لتخزين الغاز الحيوي المتحرر من عملية الهضم. ويعتمد هذا النوع على التغذية بشكل مستمر بخليط من عدة مخلفات مثل الروث الحيواني، والمخلفات الزراعية، ومخلفات الصناعات الغذائية مع التقليب، لذلك يعد مثالاً عملياً على نجاح تقنية الهضم المشترك المطبقة بشكل كبير في الأسواق الأوروبية. كما يوجد جهاز الهضم ذو الحمأة الصاعدة، وهو أسطواني الشكل ويصلح لمعالجة حمأة مياه الصرف الصحي والصرف الصناعي.

يلخص الجدول 1-4، أبرز نقاط المقارنة بين الأنواع الخمسة لأجهزة الهضم ومجال تطبيق كل منها.

الجدول 1-4: مقارنة بين أنواع أجهزة الهضم المختلفة

بند المقارنة	جهاز الهضم ذو القبة الثابتة Fixed-Dome Digester	جهاز الهضم ذو القبة العائمة Floating-Dom Digester	المفاعل الصهريجي ذو التقليب المستمر CSTR	جهاز الهضم الأنبوبي Plug Flow Digester	جهاز الهضم ذو الحمأة الصاعدة USAB
الشكل الهندسي	خزان خرساني تحت الأرض بقبة ثابتة	خزان مع قبة معدنية متحركة	خزان أسطواني مزود بسقف غشائي مرن مع خلاطات	شكل أسطواني أفقي	شكل أسطواني رأسي
أبرز المزايا	العمر التشغيلي أطول لا يضم آلات دوارة تكاليف رأسمالية صغيرة	ضغط الغاز ثابت	-كفاءة خلط عالية -يصلح للمشاريع التجارية الكبرى	-لا يحتاج إلى متطلبات طاقة مرتفعة -يعمل عند درجات حرارة مرتفعة	-تكاليف رأسمالية متوسطة -عملية غير ميكانيكية للخلط
طريقة العمل	ضخ المادة العضوية إلى داخل الجهاز بشكل شبه مستمر أو متقطع	ضخ المادة العضوية إلى داخل الجهاز مع تحرك القبة للحفاظ على الضغط	تغذيته بشكل مستمر بخليط من الروث الحيواني والمخلفات الزراعية ومخلفات الصناعات الغذائية	يعتمد على التغذية المستمرة وألا تقل المادة الصلبة عن 20-40%	ضخ المادة العضوية من أسفل إلى أعلى مع إمكانية العمل المستمر بشرط عدم ارتفاع نسبة المادة الصلبة عن 10%
أنواع المخلفات	مناسب لغالبية أنواع المخلفات العضوية، ولكن لا يصلح للهضم المشترك	مناسب لغالبية أنواع المخلفات العضوية، ولكن لا يصلح للهضم المشترك	مناسب لعمليات الهضم المشترك	مناسب لنوع واحد من المخلفات	مناسب لمخلفات مياه الصرف الصناعي أو البلدية
الشكل على الطبيعة					

المصدر: من إعداد الباحث

للحصول على معدلات إنتاج مرتفعة من الغاز الحيوي في منطقة معينة لتحقيق الجدوى الاقتصادية من الاستثمار، بدأ مفهوم محطات الهضم اللاهوائي المركزية (Centralized Anaerobic Digestion, CAD)[12] في الانتشار عالمياً، وهو يعتمد على بناء محطة مركزية كبيرة للهضم اللاهوائي، لتكون بمثابة نقطة تجميع تصل إليها المخلفات من عدة قطاعات أو مواقع. وقد كانت الدانمارك أول من قام بتنفيذ محطة

مركزية ويعود ذلك إلى عام 2002، وقد بات لديها اليوم 20 محطة مركزية قيد التشغيل. وقد اتبعت السويد نفس المسار بعد الدنمارك، ثم بدأ انتشار المحطات المركزية في عدة أسواق أوروبية وآسيوية.

1-3-3: استرجاع ومعالجة الغاز الحيوي

يعد استرجاع الغاز الحيوي الهدف الرئيسي من عملية الهضم اللاهوائي للمخلفات العضوية، فمن خلال بيعه أو استخدامه في توليد الكهرباء يحصل المالك للمشروع على العائد الاقتصادي. كما أنه يساهم في توفير الطاقة الكهربائية والحرارية اللازمة لمتطلبات التشغيل سواء في جهاز الهضم أو لباقي المرافق والآلات الدوارة المتواجدة داخل المحطة.

يتم تخزين الغاز الحيوي المنتج من عملية الهضم اللاهوائي في قبة أعلى الصهريج والتي تتكون من غشاء مرن (Membrane). ومن متطلبات التشغيل الآمن أن يتم سحب الغاز بشكل مستمر لمنع ارتفاع الضغط وحدوث تلف للغشاء، وعادة ما يعمل نظام تخزين الغاز الحيوي في ضغوط منخفضة جدا (أقل من 1 بار).

عملياً، لا تعتمد محطات الغاز الحيوي على استخدام صهريج واحد لإتمام عملية الهضم اللاهوائي، بل تقوم على منظومة متكاملة تضم صهاريج للتحضير، وصهاريج خاصة بالهضم، وأخرى لتخزين المواد الناتجة (الغاز الحيوي، ومخلفات الهضم). حيث تساهم تلك المنظومة المتكاملة في تحقيق استقرار أعلى لعمليات الهضم وتكاثر البكتيريا، وبالتالي تحسين إنتاجية الغاز الحيوي، وتحقيق الاستغلال الأمثل لمخلفات الهضم كسماد.

نظراً لأن الغاز الحيوي الناتج مباشرة من عملية الهضم اللاهوائي يحتوي على مكونات ضارة مثل المواد الكبريتية، علاوة على تشبعه ببخار الماء (بنسبة 100%)، فمن الضروري معالجته أولاً قبل استخدامه كمصدر للطاقة. ويتم ذلك من خلال وحدة للمعالجة الأولية، والتي توضع بعد صهريج التخزين، لتقوم بتجفيف الغاز للتخلص من بخار ماء، وكذلك نزع كبريتيد الهيدروجين. وللتأكد من مواصفات الغاز بعد عملية التنقية، يتم أخذ عينة من الغاز بعد وحدة المعالجة الأولية. وبانتهاء المعالجة، يصبح الغاز الحيوي صالحاً للاستخدام، وتحتوي غالباً محطة الغاز الحيوي على وحدات التوليد المشترك للكهرباء والحرارة، والتي يُحرق فيها الغاز لتوليد الكهرباء والحرارة، كما هو مبين بالشكل 1-10.

الشكل 1-10: مكونات محطة إنتاج الغاز الحيوي



1 منطقة الاستقبال وتجميع المخلفات العضوية
2 نقطة التغذية
3 خزان خلط المواد الداخلة
4 خزانات الهضم اللاهوائي
5 خزان تخزين الغاز الحيوي ومخلفات الهضم
6 وحدة معالجة وتنقية الغاز الحيوي
7 وحدة التوليد المشترك للكهرباء والحرارة
8 محول كهربائي

المصدر: معدل عن Dynamic Biogas [13]

1-3-4: فصل وتخزين ومعالجة البقايا المهضومة

تعد البقايا/المخلفات المهضومة (Digestate) مادة غنية بالعناصر الغذائية، وهي عبارة عن خليط من المكونات الصلبة والسائلة، ويمكن استخدامها بشكل مباشر كسماد طبيعي. وهي تتكون من المادة العضوية المتبقية التي لم تتحلل في جهاز الهضم، والميكروبات الدقيقة الميتة، بالإضافة إلى بعض العناصر غير العضوية. وتشكل مخلفات الهضم نحو 90-95% من حجم المواد الداخلة إلى جهاز الهضم، ومن الضروري معالجتها بشكل سليم لضمان التشغيل الأمثل لمحطة الغاز الحيوي. وتُظهر نتائج بعض الدراسات أن نسبة النيتروجين في المخلفات العضوية تتراوح بين 21 و39%، مما يؤكد على خاصية التسميد للمخلفات العضوية [14]. كما أنها غنية بعناصر أخرى مثل البوتاسيوم والفسفور، والتي تعد من العناصر الضرورية أيضاً لتغذية التربة الزراعية. لذلك فإن استغلال المخلفات العضوية الناتجة عن الغاز الحيوي كبديل عن الأسمدة الاصطناعية المشتقة من الغاز الطبيعي، يساهم في توفير الطاقة، وخفض استهلاك الوقود الأحفوري، وتقليل البصمة الكربونية. ويتم عادة تخزين البقايا المهضومة في صهريج تخزين، والذي يتيح أيضا استرجاع بعض الكميات الضئيلة من الغاز الحيوي التي لم تتحرر داخل جهاز الهضم.

هناك العديد من الاستخدامات لهذه المخلفات منها الاستخدام المباشر بوضعها على حالتها (بدون فصل مكوناتها) على الأراضي الزراعية كما هو موضح بالشكل 1-11. كما يمكن عمل معالجة للخليط لفصل المادة السائلة منه والتي تعرف باسم (Liquor) واستخدامها كسماد زراعي سائل. أما المادة الصلبة وهي الألياف (Fibres) فيمكن استخدامها كمحسن للتربة للمساعدة في نمو المحاصيل بشكل أسرع[15].

الشكل 1-11: استخدام البقايا/ المخلفات المهضومة (Digestate) كسماد للأراضي الزراعية

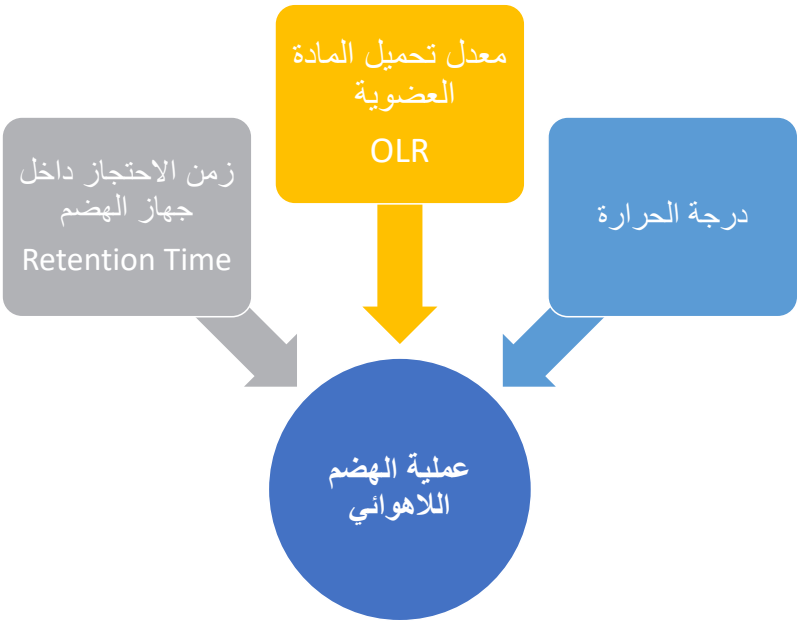


المصدر: AD [16]

1-4: العوامل المؤثرة على عملية الهضم اللاهوائي

يُعد الحفاظ على نظام ميكروبي في حالة استقرار أمراً بالغ الأهمية لضمان التشغيل الناجح لجهاز الهضم اللاهوائي. ولتحقيق ذلك، يجب الحفاظ على ظروف التشغيل المناسبة لتعظيم القدرة على إنتاج الغاز الحيوي. وتتأثر عملية الهضم بعدة عوامل (الشكل 1-12) أبرزها درجة الحرارة التي تؤثر على النشاط البكتيري، ومعدل تحميل المادة العضوية، وزمن بقاء المادة العضوية داخل جهاز الهضم.

الشكل 1-12: العوامل المؤثرة على عملية الهضم اللاهوائي للمادة العضوية



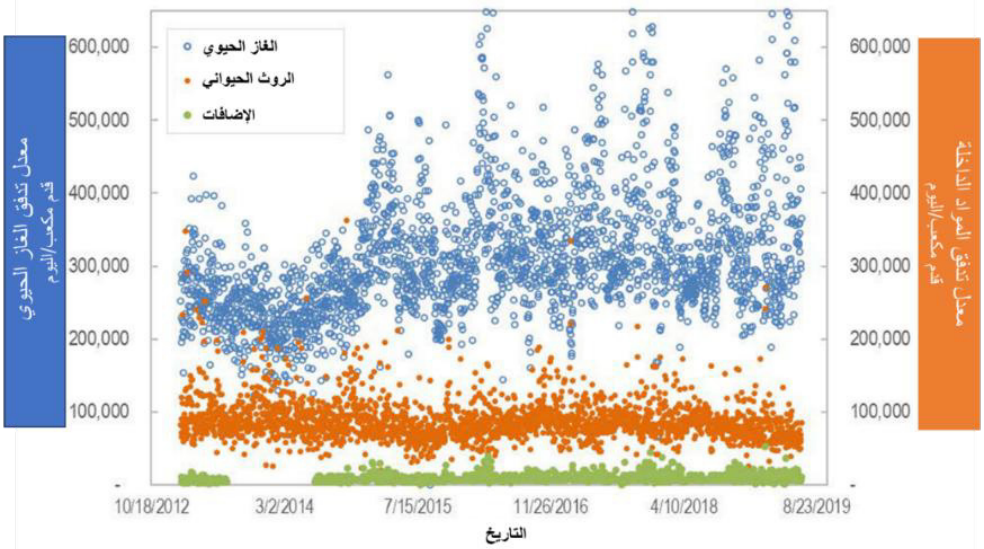
1-4-1: معدل تحميل المادة العضوية (Organic Loading Rate, OLR)

يتطلب التشغيل المستقر لجهاز الهضم الالتزام بالتحميل المنتظم للمخلفات العضوية، وضمان التجانس في الخصائص الفيزيائية والكيميائية لها، بما في ذلك تركيز المواد الصلبة الكلية (Total Solids, TS) والمواد الصلبة المتطايرة (Volatile Solids, VS)، وذلك للحفاظ على معدل تحميل عضوي ثابت. ومن الناحية العملية، ينبغي عند إجراء الهضم المشترك لمزيج متنوع من المخلفات، إضافة هذه المخلفات في الوقت نفسه وبنسب ثابتة، ويفضل خلطها مسبقاً قبل إدخالها إلى جهاز الهضم. وقد تؤدي محدودية سعة التخزين، أو اختلاف توقيتات التوريد، وتباين معدلات الهضم الحيوي للمخلفات العضوية المختلفة، إلى عدم انتظام التحميل ومن ثم حدوث تذبذبات كبيرة في إنتاج الغاز الحيوي.

يوضح الشكل 1-13 تأثير المواد الداخلة (Influent) إلى جهاز الهضم على إنتاج الغاز الحيوي وهي تتكوّن بشكل أساسي من الروث الحيواني (Manure)، إضافة إلى ركائز عضوية أخرى تُستخدم في الهضم المشترك.

على الرغم من أن إضـــافة هذه الركائز الإضـــافية تؤدي إلى زيادة ملحوظة في إنتاج الغاز الحيوي، فإن عدم تغذيتها بشـــكل غير منتظم يؤدي إلى تذبذب واضـــح في معدلات إنتاج الغاز الحيوي، مقارنة بالفترات التي اقتصـــر فيها التحميل على الروث الحيواني كمادة أولية فقط، حيث كان الإنتاج أقل، ولكنه أكثر استقراراً.

الشكل 1-13: تذبذب تحرر الغاز الحيوي لعدم انتظام تحميل المواد الداخلة إلى الهاضم



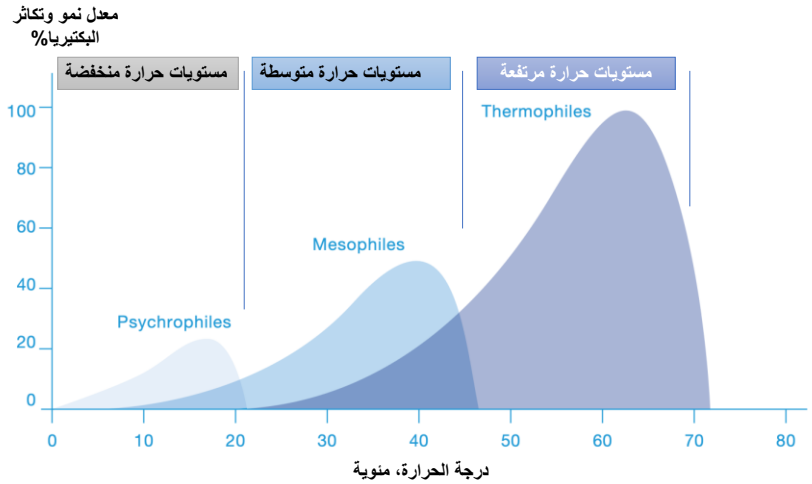
المصدر: US EPA

1-4-2: حرارة التشغيل

تعد درجة الحرارة من أهم العوامل التي تتحكم في استقرار العملية وكفاءة إنتاج الغاز الحيوي، حيث تؤثر بشـــكل مباشـــر على معدلات نمو الميكروبات (البكتريا)، ونشـــاطها الأيضـــي، وكفاءة التفاعلات الإنزيمية داخل الخلايا، وكذلك على احتياجاتها الغذائية. عملياً يمكن أن تتم عملية الهضـــم اللاهوائي عند نطاق واســـع من درجات الحرارة تبدأ من 20 درجة مئوية وحتى 65 درجة مئوية. وبشـــكل عام كلما ارتفعت درجة الحرارة، كلما زادت سرعة تحلل المادة العضوية، بسبب نمو النشاط البكتيري.

يمكن تقسيم مستويات الحرارة حسب نوع البكتيريا السائدة والمسؤولة عن إنتاج الميثان إلى ثلاثة مستويات[17] كما هو موضح بالشكل 1-14، ولكل منها خصائصه.

الشكل 1-14: أنواع البكتيريا والميكروبات التي تقوم بعملية الهضم اللاهوائي للمادة العضوية حسب درجة حرارة الوسط



المصدر: معدل عن US EPA

- **درجة الحرارة: أقل من 20 درجة مئوية**

وهو المستوى الملائم لنمو ميكروبات Psychrophiles. والتي تتسم بنشاط حيوي منخفض ومعدلات تحلل بطيئة، ومن ثم إنتاجية محدودة من الغاز الحيوي. ولكنها في الوقت ذاته تساهم في استقرار عملية الهضم.

- **درجة الحرارة: من 30 إلى 40 درجة مئوية**

وهو المستوى الملائم لنمو ميكروبات Mesophiles والتي تتسم بنشاط حيوي معتدل، ومعدلات تحلل معتدلة، ومن ثم إنتاجية معتدلة من الغاز الحيوي. لكنها ستحتاج إلى طاقة حرارية (معدلات متوسطة) لتوفير الحرارة اللازمة للنشاط البكتيري. ويعد

هذا المستوى من الحرارة الأوسع انتشاراً والأفضل في التطبيق في أجهزة الهضم لما توفره من استقرار لعملية الهضم.

- **درجة الحرارة: 50 - 65 درجة مئوية**

وهو المستوى الملائم لنمو ميكروبات Thermophiles والتي تتسم بنشاط حيوي مرتفع، وإنتاجية عالية من الغاز الحيوي، وتتطلب زمن احتجاز أقل داخل جهاز الهضم. لكنها في الوقت ذاته لها حساسية مرتفعة تجاه تغير مكونات المواد العضوية الداخلة إلى جهاز الهضم، كما أنها تستهلك معدلات أعلى من الطاقة لتوفير الحرارة اللازمة للنشاط البكتيري.

يلخص الجدول 1-5، أوجه المقارنة بين الأنواع المختلفة من البكتيريا التي تنشط حسب مستويات الحرارة داخل جهاز الهضم اللاهوائي.

الجدول 1-5: مقارنة بين أنواع البكتيريا التي تقوم بعملية الهضم اللاهوائي للمادة العضوية

البند	Mesophiles	Psychrophiles	Thermophiles
نطاق درجات الحرارة	تتكاثر البكتيريا عند درجات حرارة أقل من 20 درجة مئوية	تتكاثر البكتيريا عند درجات حرارة من 30 إلى 40 درجة مئوية	تتكاثر البكتيريا عند درجات حرارة من 50 إلى 65 درجة مئوية
المميزات	• لا تحتاج إلى تسخين • مناسبة للمناطق الباردة • استقرار عملية التشغيل	• استقرار عملية التشغيل • التعامل مع التغيرات في نوع المخلفات العضوية • لا تحتاج إلى متطلبات طاقة عالية	• إنتاجية عالية من الغاز الحيوي. • تصلح للمشاريع التجارية ذات السعات الكبيرة • وقت المكوث داخل المفاعل قصير
العيوب	• إنتاجية منخفضة من الغاز الحيوي. • وقت المكوث داخل المفاعل طويل جداً • لا تصلح للمشاريع التجارية ذات السعات التصميمية الكبيرة	• معدلات الهضم أقل مقارنة بالأنظمة الحرارية العالية	• تحتاج إلى قدر عالي من الطاقة للتسخين والتحكم • حساسية عالية للتغيرات في مكونات المواد العضوية الداخلة

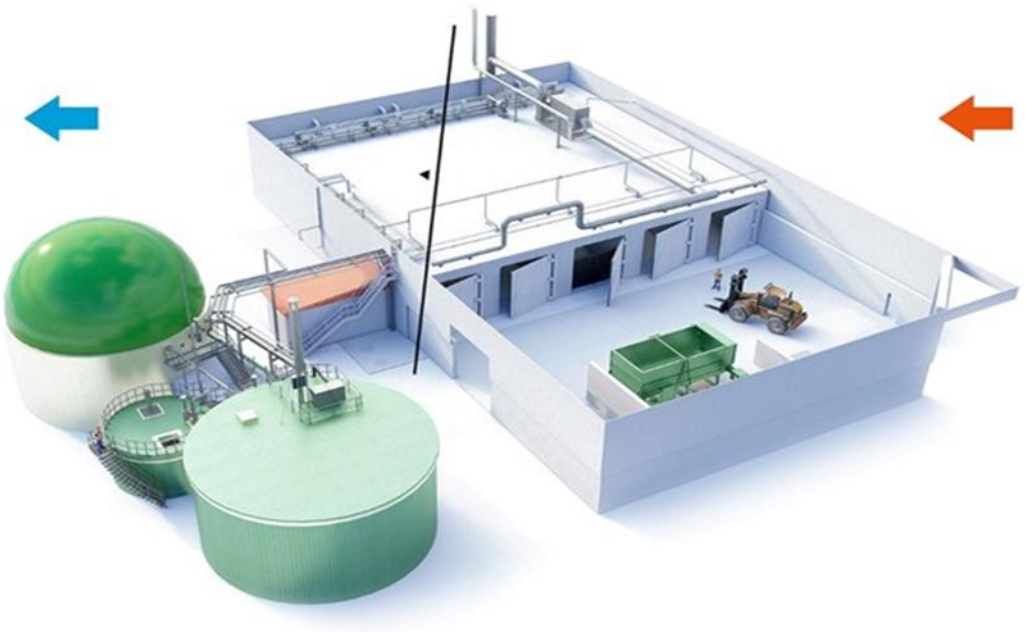
3-4-1: زمن الاحتجاز الهيدروليكي (Hydraulic Retention Time, HRT)

يعد زمن الاحتجاز الهيدروليكي داخل جهاز الهضم اللاهوائي من العوامل المهمة في زيادة إنتاجية الغاز الحيوي. وهو مقياس لمتوسط الفترة الزمنية التي تمكثها المواد الداخلة في جهاز الهضم. وهو يساوي حاصل قسمة حجم جهاز الهضم (متر مكعب) على معدل التدفق اليومي للمواد الداخلة [18] على النحو التالي:

زمن الاحتجاز الهيدروليكي باليوم		حجم جهاز الهضم، متر مكعب		معدل التدفق للمواد الداخلة، متر مكعب/اليوم
HRT	=	$V_{Digester}$	÷	Q_{Input}

يتوقف تحديد زمن الاحتجاز على درجة الحرارة التشغيلية ونوع البكتيريا التي تقوم بعملية الهضم اللاهوائي للمواد العضوية الداخلة. فإذا كان زمن الاحتجاز أقل من الفترة اللازمة لنمو وتكاثر النشاط الميكروبي، فقد تخرج البكتيريا من جهاز الهضم دون اكتمال النمو الكامل لها، ومن ثم ستتأثر سلباً عملية الهضم، وتقل بذلك إنتاجية الغاز الحيوي. ولذلك يستخدم أحيانا مقياس آخر وهو زمن الاحتجاز للمادة الصلبة (Solids Retention Time, SRT) في أنظمة الغاز الحيوي المتطورة التي تعتمد على مخلفات الصرف، لتحديد الفترة المناسبة لاحتجاز البكتريا والميكروبات المستخدمة في عملية الهضم اللاهوائي. وبشكل عام فإن مستويات الحرارة المنخفضة تتطلب فترات زمنية أعلى للاحتجاز بسبب بطء النشاط البكتيري في هذه المستويات. أما في حالة الحرارة المرتفعة، فيكون النشاط البكتيري ومعدل الهضم أعلى ومن ثم زمن الاحتجاز أقصر. وفي المتوسط يصل زمن الاحتجاز للأجهزة العاملة عند درجات حرارة عالية (50-65 درجة مئوية) إلى 10-20 يوم، بينما يرتفع إلى 20-40 يوم عند مستويات الحرارة المتوسطة (30-40 درجة مئوية). أما في الأوساط الباردة ذات الحرارة المنخفضة (أقل من 20 درجة)، فيصل زمن الاحتجاز إلى أكثر من 55 يوم.

الفصل الثاني: ترقية الغاز الحيوي إلى الميثان الحيوي



1-2 ترقية الغاز الحيوي إلى الميثان الحيوي
2-2 خيارات الاستخدام النهائي للميثان الحيوي
3-2 الاتجاهات الحالية للسوق العالمي للغازات الحيوية
4-2 الميثان الحيوي ومحطات إنتاجه عالمياً

تمهيد

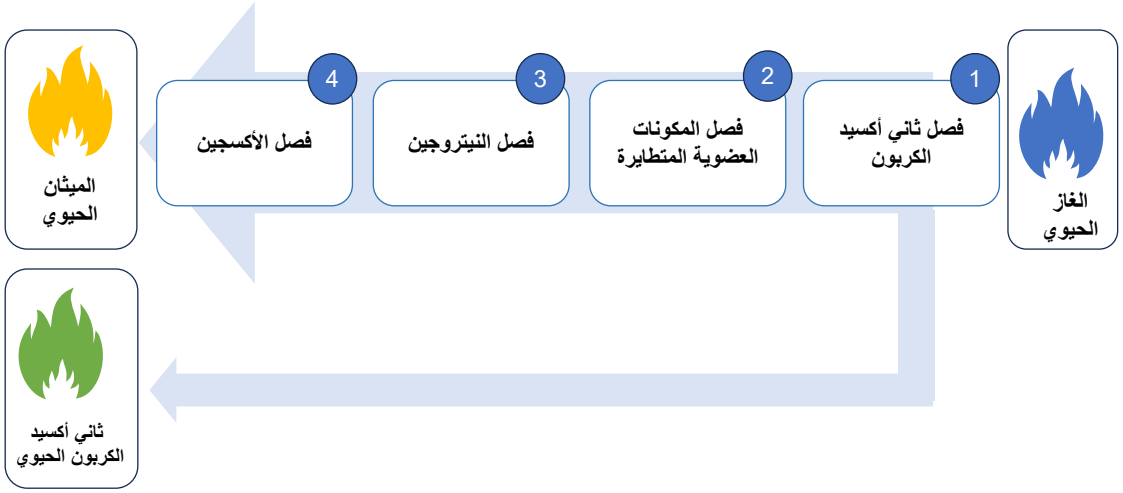
يعد الاستخدام الشائع للغاز الحيوي حرقه كوقود في وحدات التوليد المشترك للكهرباء والحرارة في نفس موقع إنتاجه، وذلك لأنها لا تتطلب اشتراطات صارمة لمواصفات الغاز المستخدم. علاوة على دورها في تلبية احتياجات محطة الإنتاج من الحرارة المستخدمة في عمليات الهضم اللاهوائي، والكهرباء اللازمة لتشغيل المعدات. ومع تنامي بناء محطات الغاز الحيوي للتخلص من النفايات، وانتشار مفهوم المحطات المركزية التي تسمح بزيادة إنتاجية الغاز الحيوي، بدأت عدة أسواق في الاستثمار في مشاريع ترقية الغاز الحيوي لإنتاج الميثان الحيوي لتوسيع نطاق استخدامه في شتى القطاعات.

2-1: ترقية الغاز الحيوي إلى الميثان الحيوي

تتم عملية ترقية الغاز الحيوي للحصول على الميثان الحيوي أو الغاز الطبيعي المتجدد كمنتج نهائي عبر تنفيذ سلسلة من عمليات المعالجة المتقدمة الموضحة بالشكل 2-1. والتي تهدف إلى زيادة تركيز الميثان في المنتج النهائي إلى 96-98% لرفع القيمة الحرارية للغاز، ثم ضخه لاستخدامه في القطاعات الممكنة.

ولتحقيق ذلك، يتم في محطة الترقية استكمال فصل المكونات الضارة المتواجدة داخل الغاز الحيوي بعد إنتاجه من عملية الهضم اللاهوائي. ويشمل ذلك فصل الغازات الضارة (ثاني أكسيد الكربون، النيتروجين، الأكسجين)، وكذلك فصل المركبات العضوية المتطايرة (VOCs)، التي تتسبب في تلف المعدات والآلات الدوارة. ولا يتم بالضرورة فصل كل تلك المكونات في محطة الترقية، بل يمكن فصل بعضها في مراحل سابقة أثناء مرحلة إنتاج الغاز الحيوي. وهو الأمر الذي يقلل من حجم العمليات، ومن ثم تقليل التكاليف الرأسمالية والتشغيلية المطلوبة للمشروع.

الشكل 2-1: عمليات المعالجة المطلوبة لترقية الغاز الحيوي إلى الميثان الحيوي



المصدر: الباحث

2-1-1: فصل ثاني أكسيد الكربون

تعد عملية فصل غاز ثاني أكسيد الكربون العملية الرئيسية في محطة الترقية، وتهدف إلى رفع قيمته الحرارية ليطابق المواصفات القياسية، حيث يعد الغاز الحيوي في صورته الخام ذو قيمة حرارية متوسطة (حوالي 21 ميجاجول لكل متر مكعب). لذلك يساهم فصل غاز ثاني أكسيد الكربون في رفع تركيز الميثان، لتصل القيمة الحرارية للميثان الحيوي إلى 36 ميجاجول لكل متر مكعب. عالمياً هناك عدة طرق مطبقة في فصل ثاني أكسيد الكربون والتي وصلت أغلبها إلى مرحلة النضوج التقني والتجاري، ومن أكثرها شيوعاً طريقة الرش/الغسل بالماء (Water Scrubbing) والتي تعتمد على استخدام الماء كمذيب، وطريقة الامتزاز بالضغط المتأرجح (Pressure Swing Adsorption, PSA)، وكذلك عملية الغسل بالمواد الكيميائية (Chemical Scrubbing). ويتوقف استخدام الطريقة المناسبة على عدة عوامل منها خصائص الغاز الحيوي، ومعدل الإنتاج اليومي، ودرجة النقاوة المطلوبة، والتكاليف الرأسمالية المتاحة. أما من جانب التكاليف التشغيلية، فتتراوح تكلفة ترقية الغاز الحيوي بين 2.5-5 دولار لكل مليون وحدة حرارية بريطانية[19].

تحقق طريقة الغسل بالماء نسبة تركيز للميثان تصل إلى 98%، وتعتمد على الامتصاص الفيزيائي لثاني أكسيد الكربون باستخدام الماء كمذيب. ويتم عمل تنشيط للماء المشبع بثاني أكسيد الكربون عن طريق خفض الضغط لإعادة استخدامه مرة أخرى. وهذه الطريقة مطبقة في عدة محطات عاملة في أوروبا، وتتسم بمرونتها العالية للتعامل مع التذبذب في معدلات تغذية الغاز الحيوي، وهي السمة البارزة لمحطات إنتاجه. كما أنها لا تتطلب عمليات تجفيف أو نزع للكبريت بشكل مسبق، لكن في المقابل تستهلك قدراً كبيراً من الطاقة.

أما طريقة الضغط المتأرجح (PSA)، فتحقق تركيز للميثان بأكثر من 97%، وهي مطبقة في عدة مشاريع في أوروبا وآسيا وبدرجة أقل في الولايات المتحدة. وتعتمد على رفع ضغط الغاز الحيوي وتمريره عبر وسط امتزاز، الذي يقوم بحجز جزيئات ثاني أكسيد الكربون، بينما يسمح بمرور الميثان. ولاحقاً يتم تحرير ثاني أكسيد الكربون عند ضغط منخفض. وتتطلب هذه الطريقة معالجة مسبقة للغاز الحيوي للتخلص من بخار الماء وكبريتيد الهيدروجين.

كما تعد طريقة التبريد من الطرق الحديثة التي تحقق تركيزً مرتفعاً من الميثان بأكثر من 98%، حيث يتم خلالها تبريد الغاز ثم إجراء عملية فصل استناداً إلى الاختلاف (الفارق) في درجات الغليان بين الميثان وثاني أكسيد الكربون، لكنها لا تزال محدودة الانتشار بسبب تكاليفها المرتفعة. يلخص الجدول 2-1 طرق فصل ثاني أكسيد الكربون، وآلية عمل كل منها، ونسبة التركيز التي يمكن تحقيقها للميثان.

الجدول 2-1: مقارنة بين الطرق المستخدمة في فصل ثاني أكسيد الكربون من الغاز الحيوي

طريقة المعالجة	تركيز الميثان الممكن تحقيقه	آلية العمل / الخصائص	اشتراطات/متطلبات	التطبيق
الغسل بالماء (Water Scrubbing)	**أعلى من %98**	امتصاص فيزيائي باستخدام الماء كمذيب، مع تجديد المذيب عن طريق خفض الضغط	• لا تتطلب إزالة الكبريت أو التجفيف قبل المعالجة • مرونة عالية في التكيف مع معدلات تدفق الغاز • متطلبات طاقة كهربائية مرتفعة • لا تحتاج إلى طاقة حرارية • فاقد ميثان مرتفع • لا تحتاج إلى استخدام مواد كيميائية	منفذة في عدة مشاريع
الامتزاز بالضغط المتأرجح (Pressure Swing Adsorption, PSA)	**أعلى من %97**	امتزاز فيزيائي وإزالة الامتزاز نتيجة تغيّر الضغط	• تتطلب إزالة كبريتيد الهيدروجين والتجفيف مسبقًا • متطلبات طاقة كهربائية مرتفعة • لا تحتاج إلى طاقة حرارية • فاقد ميثان مرتفع نسبياً • دون استخدام مواد كيميائية	منفذة في عدة مشاريع
الفصل بالغشاء (Membrane Separation)	**أعلى من %96**	استخدام أغشية مسامية تعتمد على فرق الضغط لفصل الغازات وفق معدلات الانتشار	• تتطلب إزالة الكبريت والتجفيف مسبقًا • متطلبات طاقة كهربائية مرتفعة جدًا • لا تحتاج إلى طاقة حرارية • فاقد ميثان مرتفع • دون استخدام مواد كيميائية	منفذة بشكل واسع في أوروبا
طرق التبريد (Cryogenic Methods)	**أعلى من %98**	تبريد الغاز ثم إجراء الفصل عند درجات حرارة منخفضة	• تتطلب إزالة الكبريت والتجفيف مسبقًا • متطلبات طاقة كهربائية مرتفعة جدًا • فاقد ميثان منخفض جدًا • لا تحتاج إلى استخدام مواد كيميائية	في مرحلة المحطات التجريبية

المصدر: الباحث استناداً إلى تجميع بيانات من Biogas Portal Info

2-1-2: فصل المكونات العضوية المتطايرة VOCs

يتسبب تحلل المادة العضوية في تكوين مواد عضوية متطايرة، وقد تنتج أيضاً السيلوكسانات (مركبات السيليكون) في الغاز الحيوي إذا كانت المواد العضوية تحتوي على منظفات كيميائية. وهذه المركبات تعد ضارة حيث تتسبب في إتلاف المحركات والضواغط والتوربينات عند استخدام الغاز في عملية الاحتراق. لذلك تشترط المواصفات القياسية العالمية إزالتها لتجنب هذه الإضرار أثناء الاستخدام. ويتغير تركيز السيلوكسانات على حسب نوع المخلفات المستخدمة في إنتاج الغاز الحيوي، لكن بشكل عام تكون نسبتها أقل في الروث الحيواني (0-0.2 ميليجرام لكل متر

مكعب)، بينما تكون ضمن مستويات أعلى قليلاً في مخلفات البلدية (0-50 ميليجرام لكل متر مكعب)، ومرتفعة جداً في مخلفات مياه الصرف الصناعي (0-400 ميليجرام لكل متر مكعب)[20]. ويستخدم عموماً الكربون النشط في فصل هذه المكونات الضارة ضمن فلاتر مخصصة لهذا الغرض.

2-1-3: فصل النيتروجين

في بعض الحالات، قد يحتوي الغاز الحيوي على نسبة عالية من النيتروجين، ومن ثم سيتطلب ذلك فصله من الغاز. وتتسم عملية فصل النيتروجين بأنها مكلفة ومعقدة، وتسبب في هدر كميات كبيرة من الغاز الحيوي. وتتيح بعض أنظمة معالجة الغاز الحيوي إمكانية إزالة النيتروجين بالتزامن مع ثاني أكسيد الكربون، وذلك باستخدام مواد امتزاز تتمتع بانتقائية عالية.

2-1-4: فصل الأكسجين

يعد فصل الأكسجين من الغاز الحيوي ضرورياً في حالة ضخ الميثان في شبكات نقل الغاز المحلية، والتي تشترط ألا تزيد نسبة الأكسجين عن 0.2%. ومن أفضل طرق فصل الأكسجين طريقة استخدام العامل الحفّاز، الذي يحفز الأكسجين على التفاعل مع الميثان لإنتاج ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء ثم فصلهما لاحقاً.

2-2: خيارات الاستخدام النهائي للميثان الحيوي

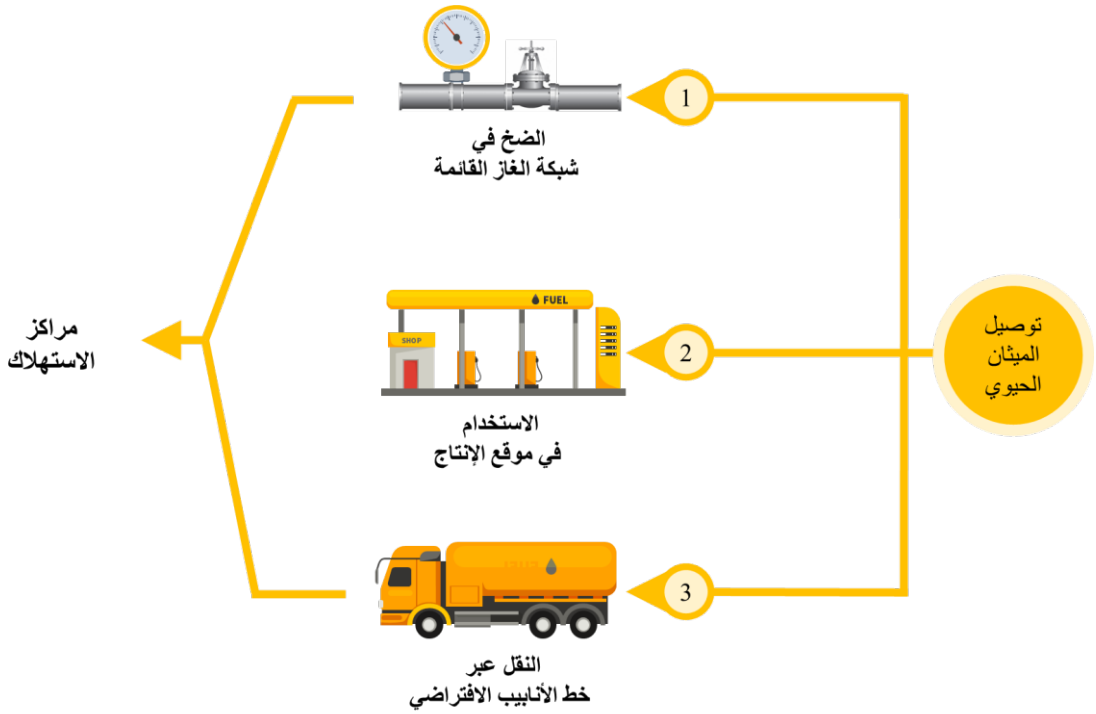
بعد انتهاء عملية ترقية الغاز الحيوي إلى الميثان الحيوي، يصبح جاهزاً للنقل والتوزيع على قطاعات الاستخدام النهائي. وبحسب المشاريع المنتشرة عالمياً يوجد ثلاث مسارات لنقل الميثان الحيوي كما هو موضح بالشكل 2-2، وهي إما الحقن مباشرة في شبكة الغاز المحلية، وذلك للاستفادة من البنية التحتية القائمة. بينما يعتمد

الخيار الثاني على اســـتخدامه في موقع العمل في تطبيقات مختلفة مثل محطات إعادة تعبئة المركبات، أو تحويله إلى غاز طبيعي مسال واستخدامه كوقود للشاحنات.

أما الخيار الثالث فهو نقله إلى المستهلكين باستخدام المقطورات وذلك في حالة عدم توافر بنية تحتية لنقل الغاز أو بعده عن مراكز الاســـتهلاك، وهو المســـار الذي يعرف باسم خط الأنابيب الافتراضي (Virtual Pipeline).

عملياً قد تعتمد بعض المشـــروعات على أكثر من آلية توصـــيل واحدة في نفس الوقت لتحقيق التوازن بين العرض والطلب على الميثان الحيوي. فعلى ســـبيل المثال، قد يتم تخصيص حصة من الإنتاج لتغذية محطة لإعادة تعبئة المركبات بالغاز الطبيعي المضغوط داخل الموقع، بينما يتم نقل الكمية المتبقية إلى محطة وقود خارجية عبر خط أنابيب افتراضي.

الشكل 2-2: طرق توصيل الميثان الحيوي إلى تطبيقات الاستخدام النهائي



المصدر: الباحث

2-2-1: حقن الميثان الحيوي في شبكات الغاز القائمة

يعد خيار حقن الميثان الحيوي في شبكات الغاز القائمة الأقل في التكلفة مقارنة بالخيارات الأخرى، حيث لا يتطلب أية تسهيلات أو توفير أنشطة لوجستية إضافية. ولتحقيق ذلك، يتم تحديد نقطة استقبال (Point of Receipt) والتي تتضمن أجهزة لقياس جودة الميثان لضمان مطابقته لمواصفات النقل قبل حقنه في الشبكة، وأجهزة لقياس كميات الغاز قبل الضخ في الشبكة. كما تتضمن أيضاً معدات تضمن وقف ضخ الغاز غير المطابق للمواصفات.

لكن من زاوية أخرى، تتسم اشتراطات شبكات نقل الغاز بالصرامة لضمان التشغيل الآمن للخطوط وتطبيقات الاستخدام النهائي. ومن بين هذه الاشتراطات، والتي قد تختلف من بلد لآخر، وجود قيود صارمة على نسبة كبريتيد الهيدروجين (أقل من 3.8 جزء في المليون)، ومحتوى الكبريت الكلي (أقل من 50 جزء في المليون)، والأكسجين (أقل من 0.2%)، وكذلك على قيود على نسبة السيلوكسانات، وبخار الماء، والميثان، والقيمة الحرارية العليا، كما يبين الجدول 2-2.

الجدول 2-2: اشتراطات مشغلي شبكات نقل الغاز لمواصفات الميثان الحيوي

المكون	المواصفات القياسية
الميثان CH_4	أعلى من 97% (مول)
الأكسجين O_2	≥ 0.2% (حجماً)
كبريتيد الهيدروجين H_2S	≥ 3.8 جزء في المليون (ppm)
إجمالي محتوى الكبريت (Total Sulphur)	≥ 50 جزء في المليون (ppm)
بخار الماء	أقل من 112 ميلجرام لكل متر مكعب (mg/m^3)
السيلوكسانات (Siloxanes)	≥ 10 ميلجرام لكل متر مكعب (mg/m^3)
القيمة الحرارية العليا (HHV)	≥ 42.3 ميجاجول لكل متر مكعب (MJ/m^3)

المصدر: Jemena 2015 [21]

2-2-2: تطبيقات الاستخدام في موقع الإنتاج (Onsite Applications)

تفضل بعض الشركات المطورة لمشاريع الميثان الحيوي الاستثمار بشكل مباشر في تطبيقات الاستخدام النهائي في موقع الإنتاج، بحيث يكون المشروع متكاملاً من الإنتاج وحتى الاستهلاك، وهو ما قد يسمح لهم بتحقيق عائد اقتصادي أعلى مقارنة ببيع الغاز مباشرة لمشغلي شبكات الغاز. كما أن هذا الخيار يسمح لهم بمعالجة الغاز الحيوي باشتراطات أقل صرامة من تلك التي يطلبها مشغلو شبكات نقل الغاز.

ومن أبرز تلك التطبيقات استخدام الميثان الحيوي كوقود للمركبات، وهو ما يعرف باسم الغاز الحيوي المضغوط (Bio Compressed Natural Gas, CNG). حيث يتم ضغط الميثان الحيوي وهو في حالته الغازية إلى 27 بار، وربطه بوحدة متكاملة لإعادة تعبئة المركبات بالغاز كالمبينة بالشكل 2-3. وفي بعض الحالات يقوم مطورو المشروع بتوفير أسطول المركبات اللازم لضمان تشغيل المشروع.

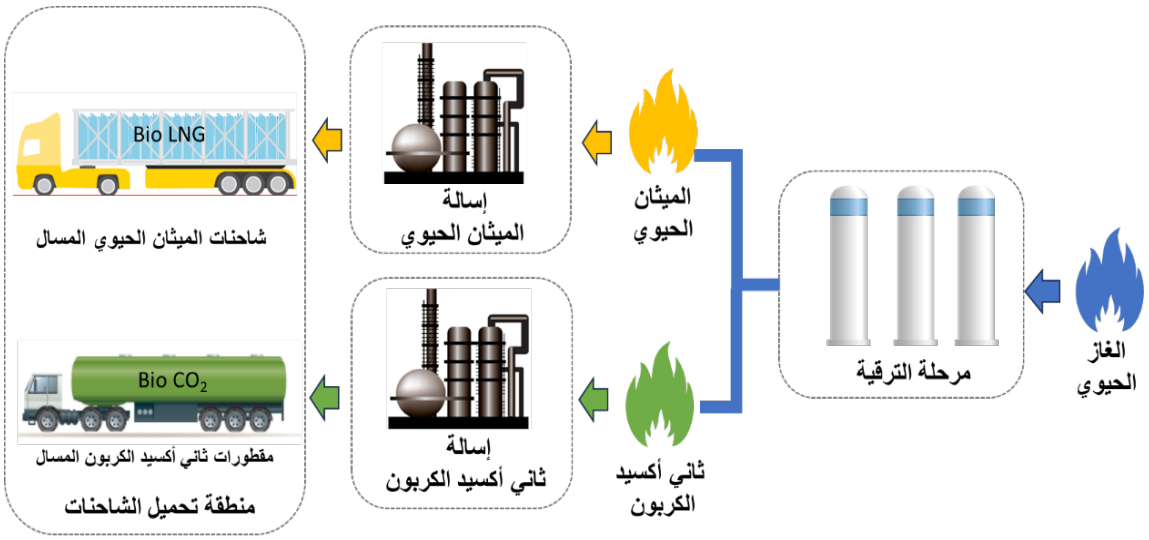
الشكل 2-3: وحدة لإعادة تعبئة المركبات بالغاز الحيوي المضغوط (Bio CNG)



المصدر: Prodeval [22]

بينما يمكن إسالة الميثان الحيوي في حالات أخرى، للحصول على الميثان المسال الحيوي (Bio-LNG)، والذي يمكن استخدامه كوقود لشاحنات الخدمة الشاقة (Heavy Duty Vehicles, HDV). وفي هذه الحالة، تضم محطة ترقية الغاز الحيوي تسهيلات إضافية تشمل مبادلات حرارية لتخفيض حرارة الغاز قبل دخوله مرحلة الإسالة، والتي يُبرد فيها إلى -162 درجة مئوية، ليتحول إلى الحالة السائلة عند الضغط الجوي. بالإضافة إلى صهاريج تخزين لضمان توفر مخزون تشغيلي كاف لتغذية محطة إعادة التعبئة في منطقة تزويد الشاحنات. وقد تتضمن محطة الإسالة وحدات إضافية لإسالة غاز ثاني أكسيد الكربون كما هو موضح بالشكل 2-4، حيث يتم نقله بواسطة المقطورات لاستخدامه لاحقا في التطبيقات الصناعية المختلفة.

الشكل 2-4: مخطط سير العمليات في محطة إسالة الغاز الحيوي



المصدر: الباحث

عالمياً بدأت عدة دول أوروبية مثل هولندا وألمانيا في الاستثمار في مشاريع الميثان الحيوي المسال لدعم خططها الرامية نحو نزع انبعاثات الكربون من قطاعي النقل البري والبحري. وتعد ألمانياً الرائدة في المحطات الكبيرة، والتي تصل فيها سعة المحطة الواحدة إلى نحو 100 ألف طن سنوياً من الميثان الحيوي المسال.

يبين الجدول 2-3، أمثلة من مشاريع الميثان الحيوي المسال المنفذة في ألمانيا، وهولندا وهما الرائدتان في هذا النشاط.

الجدول 2-3: أكبر محطات إنتاج الميثان المسال الحيوي (**Bio-LNG**) من حيث الطاقة الإنتاجية

المشروع	الدولة	الطاقة الإنتاجية من الميثان الحيوي المسال	ملاحظات
Shell BioLNG-Rheinland	ألمانيا	100,000 طن سنوياً	أكبر مشروع للميثان الحيوي المسال في ألمانيا، ومخصص لتوفير الوقود لشاحنات نقل البضائع (نحو 5,000-4,000 شاحنة سنوياً)
REEFUELERY Bio-LNG Plant	ألمانيا	63,000 طن سنوياً	ثاني أكبر مشروع من نوعه في العالم من حيث الطاقة الإنتاجية، وهو مخصص لتوفير الغاز الطبيعي المسال كوقود للشاحنات
Nordsol Bio-LNG	هولندا	3,400 طن سنوياً	يساهم المشروع في تخفيض 14.3 ألف طن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً
FirstBio2Shipping	هولندا	2,400 طن سنوياً +5,000 طن سنوياً من ثاني أكسيد الكربون	يعد اول مشروع لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال

المصدر: تجميع الباحث استنادا إلى عدة مصادر (Bioenergy insight [23,24], biooekonomie[25], Offshore Energy[26])

3-2-2: نقل الميثان الحيوي عبر خط الأنابيب الافتراضي (Virtual Pipeline)

قد تكون محطة إنتاج الميثان الحيوي بعيدة عن المستخدمين النهائيين أو عن شبكة الغاز المحلية في المناطق، لذلك يمكن اللجوء إلى ما يعرف باسم خط الأنابيب الافتراضي. ويعتمد هذا المسار على رفع ضغط الميثان الحيوي إلى 270 بار ثم تعبئته في مقطورات أنابيب الغاز (الشكل 2-5) التي تقوم بتوصيله إلى وجهته النهائية، وعند الوصول يُخفَّض الضغط إلى المستوى المطلوب من قبل الجهة المستقبِلة. لكن من عيوب هذا المسار أنه يتطلب تسهيلات إضافية لعمليات الضغط وخفض الضغط. لكنه يتيح في الوقت ذاته استغلال المواقع البعيدة عن البنية التحتية مثل مكبات النفايات أو مخلفات المزارع أو غيرها، وتسويق غازها الطبيعي المتجدد في المناطق الحضرية.

الشكل 2-5: مقطورة أنابيب (Tube Trailer) لنقل الميثان الحيوي



المصدر: BioGas Market Place [27]

2-3: الاتجاهات الحالية للسوق العالمي للغازات الحيوية

2-3-1: إنتاج الغازات الحيوية

لا يشكل إنتاج الغازات الحيوية (الغاز الحيوي والميثان الحيوي) سوى نسبة ضئيلة من الطلب العالمي من الغاز الطبيعي. فوفق أحدث التقديرات[2]، بلغ إنتاج الغاز الحيوية ما يعادل نحو 49 مليار متر مكعب غاز طبيعي مكافئ[3]، وهو ما يعادل نحو 1% من إجمالي الطلب العالمي على الغاز في عام 2023.

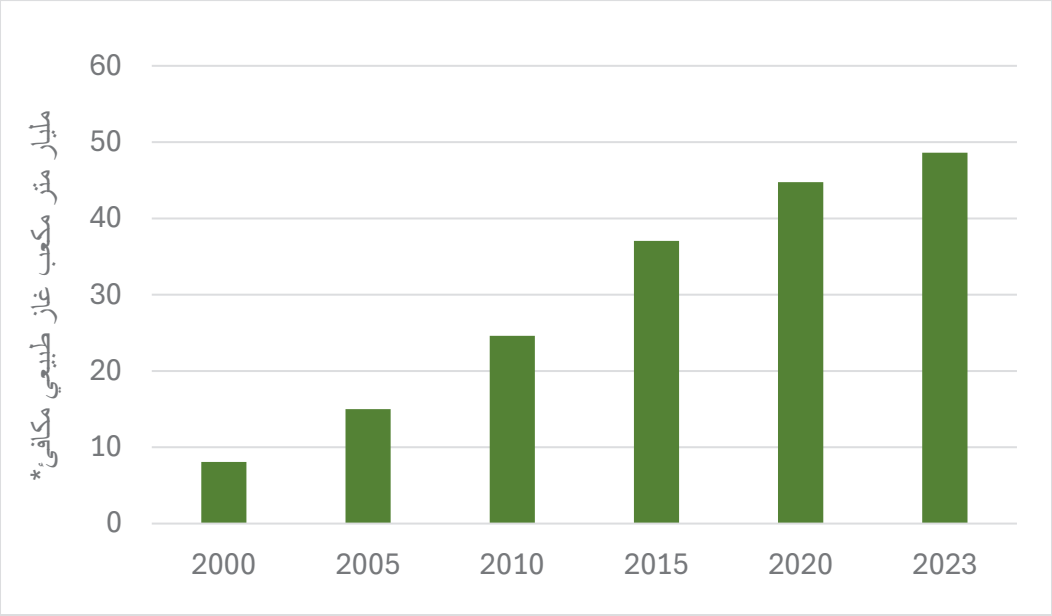
وبالرغم من محدودية إنتاجه مقارنة بالغاز الطبيعي المنتج من قطاع الغاز النفط والغاز، إلا أن قطاع الغاز الحيوي يشهد نمواً سنوياً مستمراً بفضل السياسات البيئية والإجراءات التحفيزية التي اتبعتها عدة دول للتوسع في إنتاجه، لما يوفره من

[2] تقديرات وكالة الطاقة الدولية الصادرة في عام 2025 والتي تعتمد على استخدام معيار القيمة الحرارية (بيتا جول PJ)وليس وحدة الحجم المستخدمة في تقدير الإنتاج العالمي من الغاز الطبيعي وهي مليار متر مكعب. وعادة تكون البيانات والإحصائيات الخاصة بالغاز الحيوي شحيحة ومتأخرة في الإصدار بسبب صعوبة الحصول على البيانات من هذا القطاع.

[3] القيمة الحرارية للغاز الحيوي تعد منخفضة مقارنة بالغاز الطبيعي حيث تبلغ 21 ميجا جول لكل متر مكعب، وحتى يتم تحويلها إلى مليار متر مكعب غاز طبيعي، يجب استخدام معامل القيمة الحرارية للغاز لوحدة الحجوم والمقدر بنحو 36 ميجا جول لكل متر مكعب.

مزايا بيئية واقتصادية، وكذلك دوره في دعم الاقتصاد الدائري للكربون. فكما يوضح الشكل 2-6، شهد إنتاج الغاز الحيوي نمواً سنوياً متسارعاً خلال الفترة من عام 2000 وحتى عام 2023، حيث ارتفع من 8 مليار متر مكعب غاز طبيعي مكافئ، ليصل إلى قرابة 49 مليار متر مكعب غاز طبيعي مكافئ، أي بنسبة نمو سنوي مركب بلغت حوالي 8.1%. وهذا النمو المتسارع يفوق ما حققه إنتاج الغاز الطبيعي في قطاع النفط والغاز، حيث ارتفع إنتاج الغاز الطبيعي خلال نفس الفترة من 2,400 مليار متر مكعب إلى 4,060 مليار متر مكعب، بمعدل نمو سنوي مركب 2.3%.

الشكل 2-6: تطور إنتاج الغاز الحيوي خلال الفترة 2000-2023



*تم التحويل إلى مليار متر مكعب غاز طبيعي، باستخدام معامل القيمة الحرارية للغاز لوحدة الحجوم والمقدر بنحو 36 ميجا جول لكل متر مكعب

المصدر: بيانات معدلة عن وكالة الطاقة الدولية وCedigaz

على مستوى المناطق، تعد أوروبا الرائدة في هذا القطاع إذ يشكل إنتاجها من الغاز الحيوي قرابة نصف الإنتاج العالمي (حوالي 47%). حيث تدعم القوانين والتشريعات الأوروبية التوسع في استخدامه كمصدر منخفض الانبعاثات في قطاع

الكهرباء والتدفئة، مع وضـــع إجراءات تحفيزية لشـــراء الكهرباء المنتجة من الغاز الحيوي بأسعار تفضيلية وربطها على الشبكة. وتنتشر محطات إنتاج الغاز الحيوي في العديد من الدول الأوروبية، وتعد ألمانيا المنتج الأكبر له، ويشـكل إنتاجها نحو نصـف إنتاج أوروبا من الغاز الحيوي.

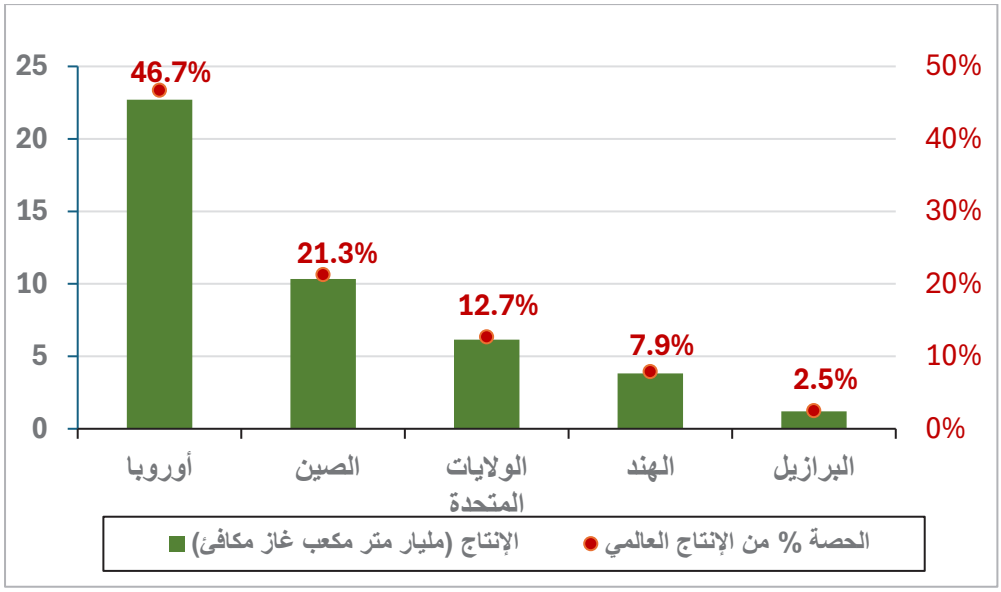
كما تعد **الصـــين** من أكبر منتجي الغاز الحيوي عالمياً، حيث بلغ إنتاجها عام 2023 نحو 10.3 مليار متر مكعب غاز طبيعي مكافئ، بما يمثل نحو 21.3% من الإنتاج العالمي. وقد بدأت الصـــين في تقديم حوافز لدعم إنتاج الغاز الحيوي من عام 2000 والتي كانت موجهه لدعم استخدام وحدات الهضم اللاهوائي صغيرة الحجم في المناطق الريفية، ثم مع تطور التكنلوجيا بدأ الاتجاه العام نحو الاسـتثمار في المحطات كبيرة الحجم. ويقدر عدد محطات الغاز الحيوي متوســطة وكبيرة الحجم بأكثر من 100,000 محطة. بينما يقدر عدد الوحدات متناهية الصـــغر (Microscale)، بأكثر من 42 مليون وحدة هضم لاهوائي، وهي مخصصة لتزويد لسكان في المناطق الريفية باحتياجاتهم من الحرارة وأغراض الطهي[28].

بينما تعد **الولايات المتحدة** الأمريكية ثالث أكبر منتج للغاز الحيوي عالمياً، ويقدر إنتاجها بنحو 6.2 مليار متر مكعب غاز طبيعي مكافئ، بما يعادل أكثر من 12.7% من الإنتاج العالمي. ويعتمد إنتاج الغاز الحيوي بشكل أساسي على استغلال مكبات النفايات التي تساهم بنحو 50% من إجمالي الإنتاج. كما بدأ الاتجاه مؤخراً نحو الاســتثمار في اســتغلال النفايات الزراعية، والتي تتســبب بنحو 25% من انبعاثات الميثان في الولايات المتحدة.

وتعد **الهند** من الدول الرئيسية المنتجة للغاز الحيوي، والتي تعتمد عليه بشكل أساسي كحل للتخلص من النفايات. وقد بلغ إنتاج الهند عام 2023 نحو 3.8 مليار متر مكعب غاز طبيعي مكافئ، بما يعادل نحو 7.9% من الإنتاج العالمي. وتنتشر في الهند

الوحدات متناهية الصـــغر لأغراض التدفئة والطهي في المناطق الريفية ويقدر عددها بنحو 4.9 مليون وحدة[29]. أما **البرازيل**، والتي تعد الرائدة عالمياً في قطاع الوقود الحيوي، فقد بلغ إنتاجها نحو 1.2 مليار متر مكعب غاز طبيعي مكافئ، وهو ما يعادل نحو 2.5% من الإنتاج العالمي. أما في بقية مناطق العالم مثل أفريقيا وبعض البلدان الآسـيوية، وأمريكا الجنوبية، فتنتشـر فيها وحدات الهضـم اللاهوائي متناهية الصـغر لإنتاج الغاز الحيوي، ويقدر عددها الإجمالي بأكثر من 700 ألف وحدة. يوضح الشكل 2-7، أكبر منتجي الغاز الحيوي عالمياً عام 2023، والذي يشـــكل إنتاجهم مجتمعين أكثر من 90% من الإنتاج العالمي.

الشكل 2-7: أكبر منتجي الغاز الحيوي عالمياً عام 2023



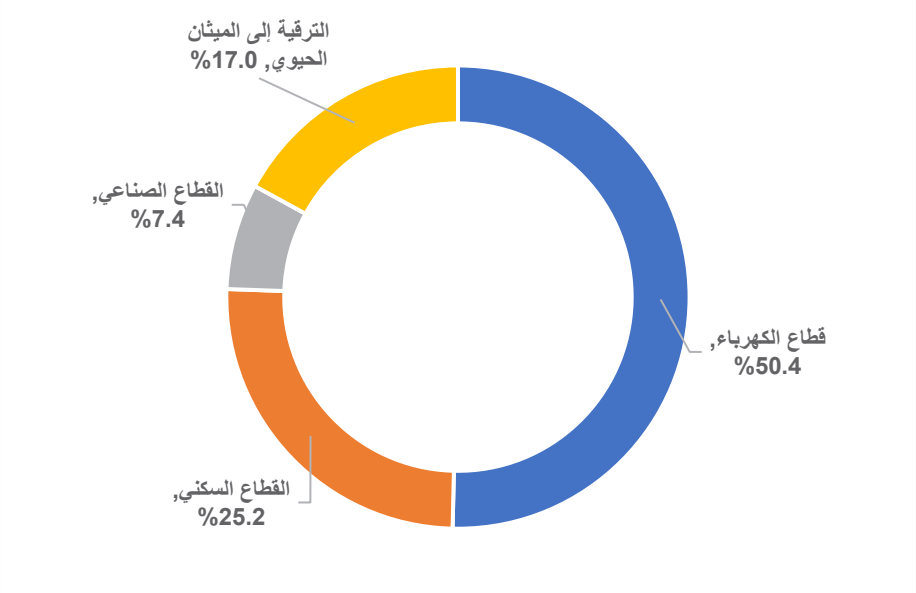
المصدر: بيانات معدلة عن وكالة الطاقة الدولية وCedigaz

2-3-2: استهلاك الغاز الحيوي

يسـتخدم قرابة 83% من الإنتاج العالمي من الغاز الحيوي بعد معالجته الأولية، كوقود في ثلاث قطاعات رئيســية وهي قطاع توليد الكهرباء، والقطاع الصـــناعي، والقطاع السكني، حيث يعد قطاع توليد الكهرباء المستهلك الأكبر، ويشكل نحو 50%

من إجمالي الاستهلاك، يليه القطاع السكني بنسبة 25.2% ثم القطاع الصناعي بنسبة 7.4%. أما النسبة المتبقية (17%) فتمثل الحصة المستخدمة من الغاز الحيوي كمادة تغذية (لقيم) في محطات الترقية لإنتاج الميثان الحيوي، والذي يستخدم مباشرة كوقود في المركبات أو يضخ في شبكات نقل وتوزيع الغاز المحلية. يبين الشكل 2-8، توزيع إنتاج الغاز الحيوي حسب الاستخدام.

الشكل 2-8: توزيع استهلاك الغاز الحيوي حسب الاستخدام



المصدر: استناداً إلى بيانات مشتقة من وكالة الطاقة الدولية

2-4: الميثان الحيوي ومحطات إنتاجه عالمياً

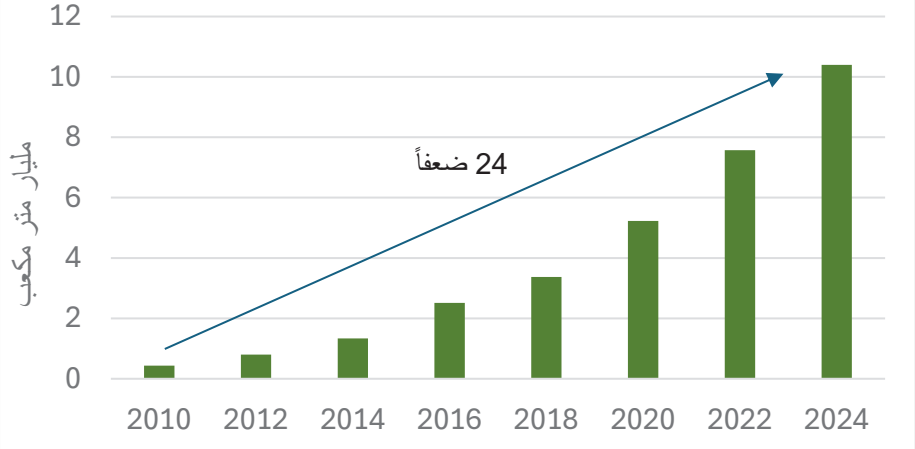
2-4-1: تطور إنتاج الميثان الحيوي

بالرغم من أن استخدام الغاز الحيوي لإنتاج الميثان الحيوي لا يشكل نسبة كبيرة (17%) من إجمالي الاستهلاك، إلا أن هذا القطاع هو الأعلى نمواً مقارنة بباقي القطاعات، بل ويعد محركاً رئيسياً لنمو الطلب العالمي على الغاز الحيوي، لإمكانية استخدامه في عدة مجالات. ففي عام 2010، كانت حصة الميثان الحيوي لا تتجاوز

2% من استهلاك الغاز الحيوي عالمياً، بما يعادل نحو 0.43 مليار متر مكعب. وكان إنتاجه محصوراً في عدد محدود من الدول لا يتجاوز 16 دولة، ويقع غالبيتها في أوروبا. ومنذ ذلك الحين، شهد قطاع الميثان الحيوي نمواً متسارعاً مدفوعاً بعدة عوامل أبرزها السياسات الداعمة للطاقة منخفضة الكربون في قطاع النقل، ونضج التكنولوجيا المستخدمة في ترقية الغاز الحيوي. علاوة على إمكانية دمج الميثان الحيوي بسهولة في شبكات نقل الغاز الطبيعي القائمة ليصبح مكملاً للغاز في الاستخدامات المختلفة.

وقد أدى ذلك النمو إلى اتساع النطاق الجغرافي لمشاريع إنتاج الميثان الحيوي ليشمل نحو 40 دولة موزعة في مختلف مناطق العالم. ومن بين الدول التي انضمت في هذا المسار مؤخراً كل من تركيا، وأوكرانيا، وليتوانيا، وبولندا في أوروبا، إلى جانب دول من خارج أوروبا مثل كولومبيا وأستراليا. فضلًا عن دول أخرى لا تزال في مرحلة تنفيذ مشاريع تجريبية محدودة النطاق. وبحلول عام 2024، ارتفع الإنتاج العالمي للميثان الحيوي إلى 10.4 مليار متر مكعب عام 2024، محققاً نمواً يقارب الـ 24 ضعفاً مقارنة بمستوياته عام 2010، كما هو موضح بالشكل 2-9.

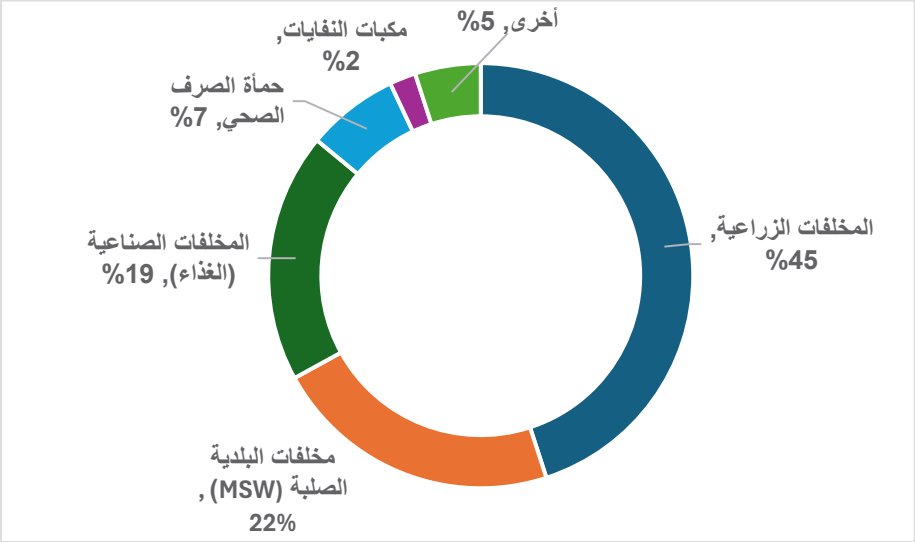
الشكل 2-9: نمو الإنتاج العالمي من الميثان الحيوي خلال الفترة 2010-2024



المصدر: الباحث استنادا إلى قاعدة بيانات Cedigaz

على مستوى المناطق، تساهم أوروبا وحدها بنحو نصف الإنتاج العالمي للميثان الحيوي، حيث بلغ إنتاجها في عام 2024 نحو 5.2 مليار متر مكعب. ويأتي غالبية الإنتاج الأوروبي من دول الاتحاد الأوروبي (EU27) بإجمالي 4.3 مليار متر مكعب، والباقي من خارجها (بريطانيا، سويسرا، أوكرانيا، تركيا). ويعد إنتاج أوروبا عام 2024 الأعلى تاريخياً، مدفوعاً بدخول عدة مشاريع جديدة حيز التشغيل، إلى جانب اتساع قاعدة الدول المنخرطة في إنتاج الميثان الحيوي بعد انضمام البرتغال عام 2022، وليتوانيا وأكرانيا عام 2023، وبولندا عام 2024، ليرتفع العدد إلى 25 دولة أوروبية. وتعد ألمانيا المنتج الأكبر في أوروبا ككل وثاني أكبر منتج للميثان الحيوي عالمياً. وتعتمد أوروبا بشكل رئيسي على المخلفات الزراعية في إنتاج الميثان الحيوي، بنسبة 45% من إجمالي المواد الأولية، ويعود ذلك إلى اتساع نطاق النشاط الزراعي في غالبية الدول الأوروبية. في المقابل، تسهم مخلفات البلدية الصلبة بنسبة تقارب 22%، بينما تشكل مخلفات صناعة الأغذية نحو 19% من إجمالي المدخلات، وتتوزع النسبة المتبقية بين مصادر عضوية أخرى، كما هو موضح في الشكل 2-10.

الشكل 2-10: مصادر إنتاج الميثان الحيوي في أوروبا حسب نوع المادة العضوية المستخدمة

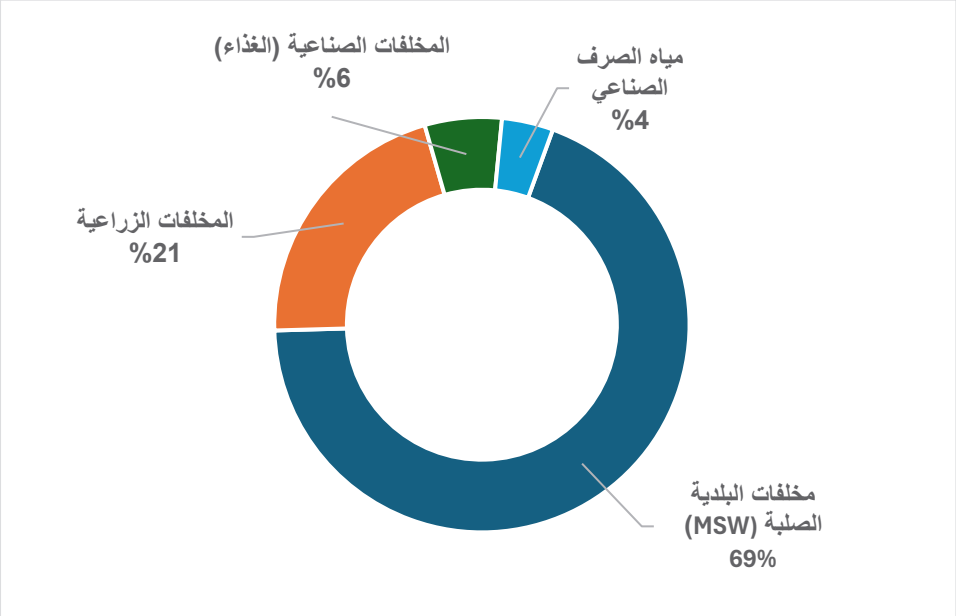


المصدر: EBA [30]

تأتي **أمريكا الشمالية** في المرتبة الثانية بقيادة الولايات المتحدة بإنتاج بلغ نحو 4.1 مليار متر مكعب عام 2024، وبحصة 39% من الإنتاج العالمي. وتعد الولايات المتحدة المنتج الأكبر عالمياً للميثان الحيوي بأكثر من 3.5 مليار متر مكعب، أي بما يعادل نحو ثلث الإنتاج العالمي. وعلى عكس أوروبا، تعتمد الولايات المتحدة بشكل رئيسي على مخلفات البلدية الصلبة كمصدر رئيسي لإنتاج الميثان الحيوي، بنسبة 69% من إجمالي المواد الأولية المستخدمة. بينما تسهم المخلفات الزراعية بنحو 21%، وتساهم مخلفات صناعة الأغذية بنسبة تقارب 6%، أما مياه الصرف الصناعي فتمثل حوالي 4% من إجمالي المدخلات، الشكل 2-11.

ويعكس هذا التباين في مزيج المواد العضوية المستخدمة من منطقة جغرافية إلى أخرى، اختلاف الأنماط الاستهلاكية، وحجم ونوعية المخلفات المتاحة في كل منطقة.

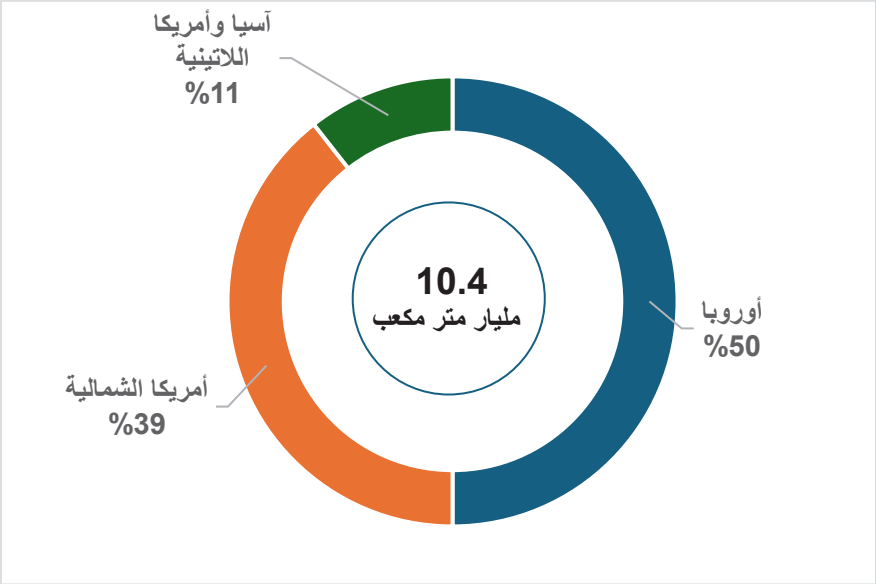
الشكل 2-11: مصادر إنتاج الميثان الحيوي في الولايات المتحدة حسب نوع المادة العضوية المستخدمة



المصدر: RNG Coalition [31]

أما بقية مناطق العالم (آسيا، أمريكا الجنوبية، أفريقيا)، فيشكل إنتاجها مجتمعة نحو 1.1 مليار متر مكعب، بما يعادل قرابة 11% من الإنتاج العالمي. وتعد الصين من الدول الرائدة في آسيا، ويشهد إنتاجها السنوي نمواً متسارعاً، بينما تعد البرازيل من أكبر منتجي الميثان الحيوي في أمريكا اللاتينية. يبين الشكل 2-12، توزيع إنتاج الميثان الحيوي بين مناطق العالم لعام 2024.

الشكل 2-12: توزيع إنتاج الميثان الحيوي عالمياً وفق المنطقة، عام 2024



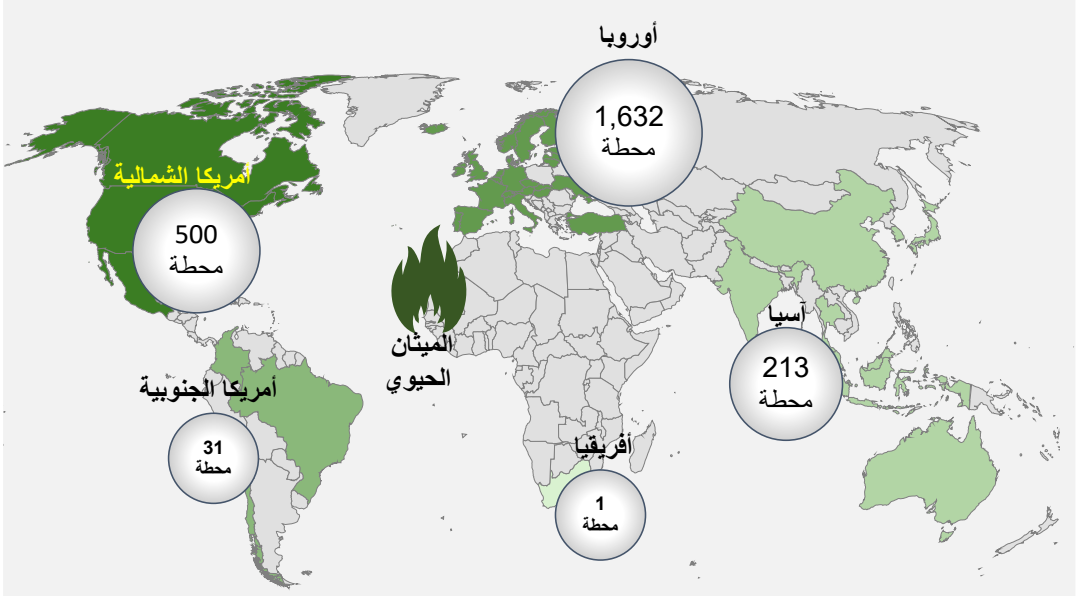
المصدر: حسابات الباحث استناداً إلى تحليل بيانات من Cedigaz و IEA و EBA

2-4-2: الانتشار الجغرافي لمحطات إنتاج الميثان الحيوي

شهد قطاع الميثان الحيوي خلال السنوات الأخيرة تزايداً واضحاً في عدد المحطات والمشاريع الجديدة التي دخلت حيز التشغيل، الأمر الذي انعكس بشكل مباشر على الإنتاج العالمي. ويعود هذا التوسع إلى توافر أطر تنظيمية داعمة، وحوافز اقتصادية، وسياسات تستهدف خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، إلى جانب تنامي الطلب على الوقود منخفض الكربون، لا سيما في قطاع النقل.

عالمياً بلغ عدد محطات إنتاج الميثان الحيوي قيد التشـــغيل مطلع عام 2025 نحو 2,377 محطة، موزعة على أربعين دولة. ويقع العدد الأكبر من المحطات في أوروبا التي تضـم وحدها 1,632 محطة، تليها أمريكا الشـمالية بإجمالي 500 محطة، وآسـيا بإجمالي 213 محطة، وأمريكا الجنوبية بإجمالي 31 محطة، بينما تضـم أفريقيا محطة واحدة تقع في جنوب أفريقيا، الشكل 2-13.

الشكل 2-13: توزيع محطات إنتاج الميثان الحيوي بين مناطق العالم، مطلع عام 2025



المصدر: حسابات وتجميع الباحث استناداً إلى CEDIGAZ, EBA, RNG COALITION

تصـل السـعة التصـميمية الكلية للمحطات قيد التشـغيل إلى قرابة 14 مليار متر مكعب سنوياً كما هو موضح بالجدول 2-4. وتتفاوت السعة التصميمية للمحطة الوحدة (متر مكعب سنوياً) بشكل كبير من مشروع لآخر ومن منطقة إلى أخرى، إلا أنها تشهد ارتفاعاً في المشـروعات الجديدة بفضـل تطور تكنولوجيا الترقية وتحسـن اقتصـاديات الحجم. ويقدر متوسط السعة التصـميمية للمحطات قيد التشـغيل في أوروبا بنحو 4.22 مليون متر مكعب سـنوياً وهي القيمة الأقل عالمياً، بينما تصـل إلى أعلى من 10 مليون

مكعب سنوياً للمحطات في منطقة الأمريكيتين، وذلك لأن محطاتها حديثة الإنشاء، وذات طاقات إنتاجية مرتفعة.

الجدول 2-4: توزيع محطات إنتاج الغاز الحيوي بين مناطق العالم والطاقة الإنتاجية، عام 2025

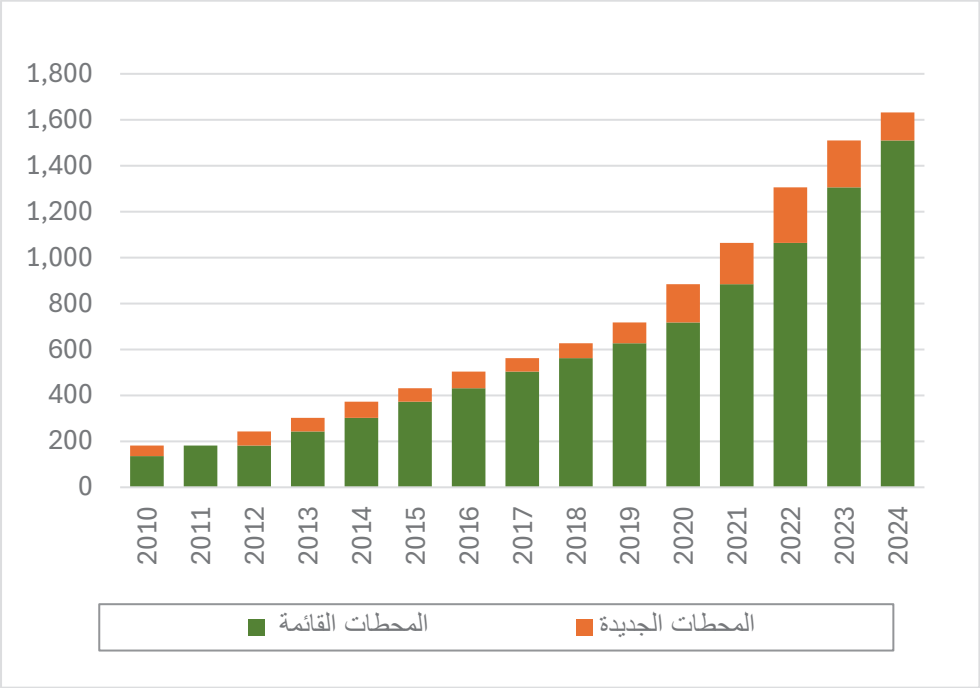
البند	أوروبا	أمريكا الشمالية	أمريكا الجنوبية	آسيا	أفريقيا	الإجمالي
عدد المحطات	1,632	500	31	213	1	2,377
عدد الدول المنتجة	25	3	3	8	1	40
إجمالي السعة التصميمية مليون متر مكعب سنوياً	6,900	5,415	323	1,341	6.66	13,985
متوسط السعة التصميمية للمحطة الواحدة (مليون متر مكعب سنوياً)	4.22	10.83	10.4	6.29	6.66	

المصدر: تجميع وحسابات الباحث استناداً إلى CEDIGAZ, EBA, RNG COALITION

- ***محطات الميثان الحيوي في أوروبا***

تضم أوروبا العدد الأكبر من محطات الميثان الحيوي وكذلك العدد الأكبر من الدول المنتجة للميثان الحيوي بإجمالي 25 دولة. حيث تشهد سنوياً إضافة عشرات المحطات الجديدة، والتي ارتفعت وتيرتها منذ عام 2019 كما يوضح الشكل 2-14. الأمر الذي أسفر عن ارتفاع عدد محطات الميثان الحيوي إلى 1,632 محطة مطلع عام 2025، واستمر العدد في النمو ليصل إلى 1678 حتى نهاية الربع الأول من 2025. وقد بلغ متوسط السعة التصميمية لمحطات الميثان الحيوي في أوروبا حوالي 483 متر مكعب/الساعة للمحطة الواحدة (ما يعادل 4.23 مليون متر مكعب سنوياً). ويعد هذا المعدل أعلى بأربعة أمثال متوسط السعة التصميمية لمحطات الغاز الحيوي الأوروبية، لكنه الأقل مقارنة بباقي المناطق الأخرى.

الشكل 2-14: تطور محطات الميثان الحيوي في أوروبا خلال الفترة 2010-2024



المصدر: EBA

- ***محطات الميثان الحيوي في أمريكا الشمالية***

بلغ عدد محطات الميثان الحيوي في **أمريكا الشـــمالية** نحو 500 محطة مطلع عام 2025 [32]، وتقع غالبيتها في الولايات المتحدة. وبخلاف المحطات قيد التشـغيل، هناك 153 محطة جديدة تحت الإنشـــاء. ومع دخول عدد كبير من المشـــروعات قيد الإنشـاء حيز التشـغيل، ارتفع عدد المحطات قيد التشـغيل مطلع عام 2026 إلى 538 محطـة (487 محطـة في الولايـات المتحـدة، 49 محطـة في كنـدا، ومحطتين في المكســيك). كما ارتفعت حزمة المشـــاريع المؤكدة والمخططة إلى 179 محطة تحت الإنشاء، و293 محطة قيد التخطيط، والتي ستساهم حال تنفيذها ودخولها حيز التشغيل في رفع الحصـــيلة الإجمالية من المحطات إلى أكثر من 1,000 محطة. ويعكس هذا الزخم في محطات الميثان الحيوي حجم الاهتمام المتزايد في هذا القطاع، بالرغم من

أن الولايات المتحدة وكندا من أكبر منتجي الغاز الطبيعي التقليدي على مستوى العالم. وعلى الرغم من أن المكسيك تضم عدد محدود جداً من محطات لإنتاج الميثان الحيوي (محطتين)، إلا أنها أبدت اهتماماً بالتوسع في هذا المجال، من خلال إبرام مذكرات تعاون لتنفيذ مشاريع جديدة[33]. يوضح الشكل 2-15 توزيع محطات الميثان الحيوي في أمريكا الشمالية مطلع عام 2026.

الشكل 2-15: توزيع محطات الميثان الحيوي قيد التشغيل والإنشاء في أمريكا الشمالية مطلع عام 2026



المصدر: RNG Coalition

- ***محطات الميثان الحيوي في آسيا***

يوجد في آسيا نحو 213 محطة لإنتاج الميثان الحيوي موزعة بين 8 دول. حيث يوجد قرابة نصف هذا العدد في الصين وحدها (حوالي 100 محطة)، تليها الهند بـ 82 محطة، ويتوزع العدد المتبقي بين كوريا الجنوبية (14 محطة)، وتايلاند (5 محطات) واليابان (6)، وماليزيا (3 محطات)، وإندونيسيا (محطتين)، وأستراليا (محطة واحدة). وتعد الصين المنتج الأكبر للميثان الحيوي بين دول المنطقة بطاقة إنتاجية إجمالية تصل إلى 1.63 مليون متر مكعب يومياً.

- ***محطات الميثان الحيوي في أمريكا الجنوبية***

يوجد في أمريكا الجنوبية 31 محطة للميثان الحيوي موزعة بين ثلاث دول حيث يقع منها 29 محطة في البرازيل، بالإضافة إلى محطة واحدة في كل من تشيلي وكولومبيا.

تعد البرازيل المنتج الرئيسي في المنطقة، وهي من الدول ذات الإمكانيات الواعدة في إنتاج الغاز الحيوي والميثان الحيوي بسبب وفرة المخلفات الزراعية والحيوانية والصرف الصحي. وتقدر الجمعية البرازيلية للغاز الحيوي والميثان الحيوي (ABiogás) أن البرازيل لديها إمكانات لإنتاج 120 مليون متر مكعب يومياً من الميثان الحيوي، علماً بأن إنتاج البرازيل عام 2025 بلغ حوالي 840 ألف متر مكعب يومياً (أي أقل من 1 مليون متر مكعب يومياً).

- ***محطات الميثان الحيوي في أفريقيا***

تعد أفريقيا من المناطق حديثة العهد بالميثان الحيوي رغم الإمكانات الكبيرة للاستثمار في هذا القطاع. حيث توجد محطة واحدة للميثان الحيوي تقع في مدينة "كيب تاون" في جنوب أفريقيا، وهي محطة (New horizons Waste to Energy)[34]، والتي تم تشغيلها عام 2017، بغرض معالجة نحو 1% من نفايات مدينة "كيب تاون". وتصل الطاقة الإنتاجية للمحطة بـ 6.66 مليون متر مكعب سنوياً.

2-4-3: استخدامات الميثان الحيوي

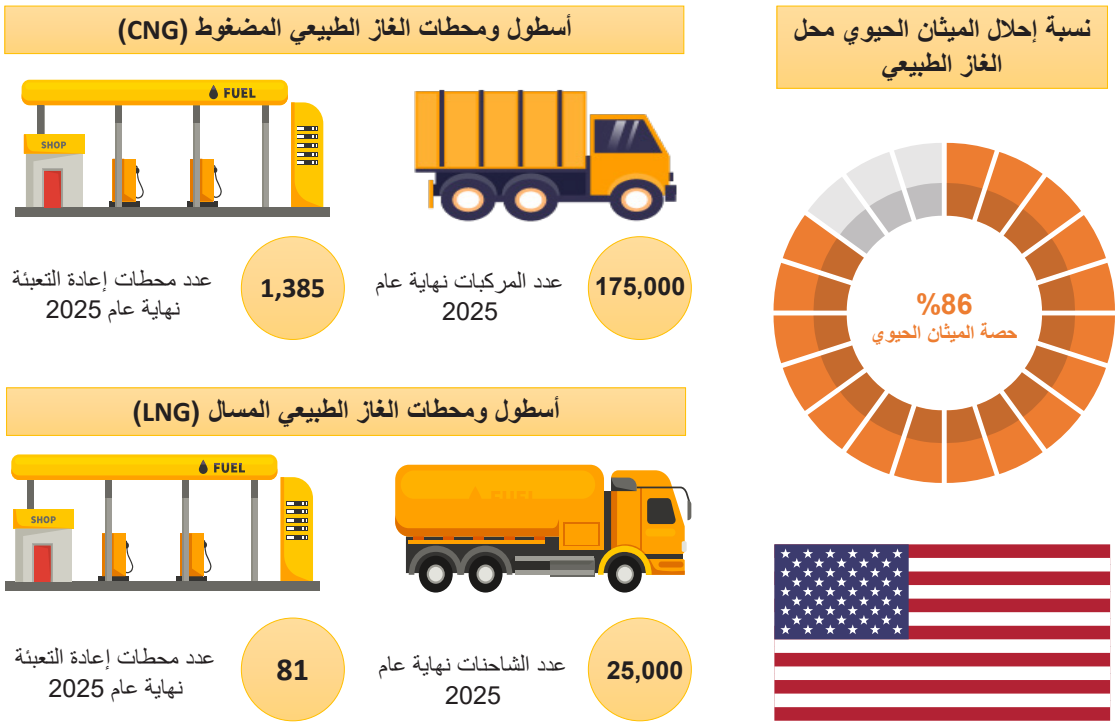
نظراً لأن خواص الميثان الحيوي لا تختلف عن الغاز الطبيعي، فقد بدأ ينافس الغاز الطبيعي في بعض القطاعات وبالأخص قطاع النقل ليحل محله تدريجياً عبر استخدامه سواء في صورة وقود مضغوط (الغاز الحيوي المضغوط Bio-CNG)، أو مسال (Bio-LNG). وقد جاء هذا التحول مدعوما بسياسات الخلط الإلزامي (خلط

الغاز الطبيعي مع الميثان الحيوي في شبكات نقل وتوزيع الغاز) لتحقيق مستهدفات خفض الكربون في قطاع النقل في بعض المناطق مثل أوروبا والولايات المتحدة. كما تشهد أيضاً بعض الأسواق في آسيا وأمريكا اللاتينية انطلاقة متسارعة في هذا المجال. وقد بات قطاع النقل يستحوذ على **قرابة نصف الطلب العالمي على الميثان الحيوي**، مع توقعات أن تستمر حصته في النمو في ظل الاتجاه الواضح نحو إحلاله محل الغاز الطبيعي والمنتجات البترولية السائلة لتقليل الانبعاثات الناتجة عن حرق الوقود.

على مستوى المناطق، تعد الولايات المتحدة الأعلى تقدماً في استخدام الميثان الحيوي في قطاع النقل المعتمد على الغاز، حيث بلغت نسبة اختراق الميثان الحيوي عام 2024 نحو 86%، وذلك على حساب حصة الغاز الطبيعي التقليدي التي تراجعت إلى 14%. وبحسب تقديرات منظمة Transport Project الأمريكية، بلغ إجمالي استهلاك الغاز (الطبيعي والحيوي) في قطاع النقل في الولايات المتحدة عام 2024 ما يعادل نحو 2.4 مليار متر مكعب، منها 2.05 مليار متر مكعب من الميثان الحيوي والباقي (0.33 مليار متر مكعب) من إنتاج الغاز الطبيعي التقليدي.

يقدر أسطول المركبات العاملة بالغاز الطبيعي المضغوط (سواء كان مصدره أحفوريا أو حيوياً) في الولايات المتحدة حسب تقديرات مكتب المعادن الحرجة وابتكار الطاقة الأمريكي (Office of Critical Minerals and Energy Innovation) في نهاية عام 2025 بنحو 175,00 مركبة[35]، بينما وصل عدد محطات إعادة التزود بالغاز المضغوط إلى نحو 1,385 محطة وفق تقديرات منظمة Transport Project الأمريكية[36]. أما للغاز الطبيعي المسال، فقد وصل عدد الشاحنات العاملة حوالي 25 ألف شاحنة، ويتم توفير الغاز الطبيعي المسال لها من خلال 81 محطة لإعادة التعبئة. وتعكس تلك الأرقام تحولاً هيكلياً في قطاع النقل في الولايات المتحدة لصالح الميثان الحيوي على حساب الغاز الطبيعي التقليدي، كما هو موضح بالشكل 2-16.

الشكل 2-16: أبرز مؤشرات قطاع النقل العامل بالغاز في الولايات المتحدة

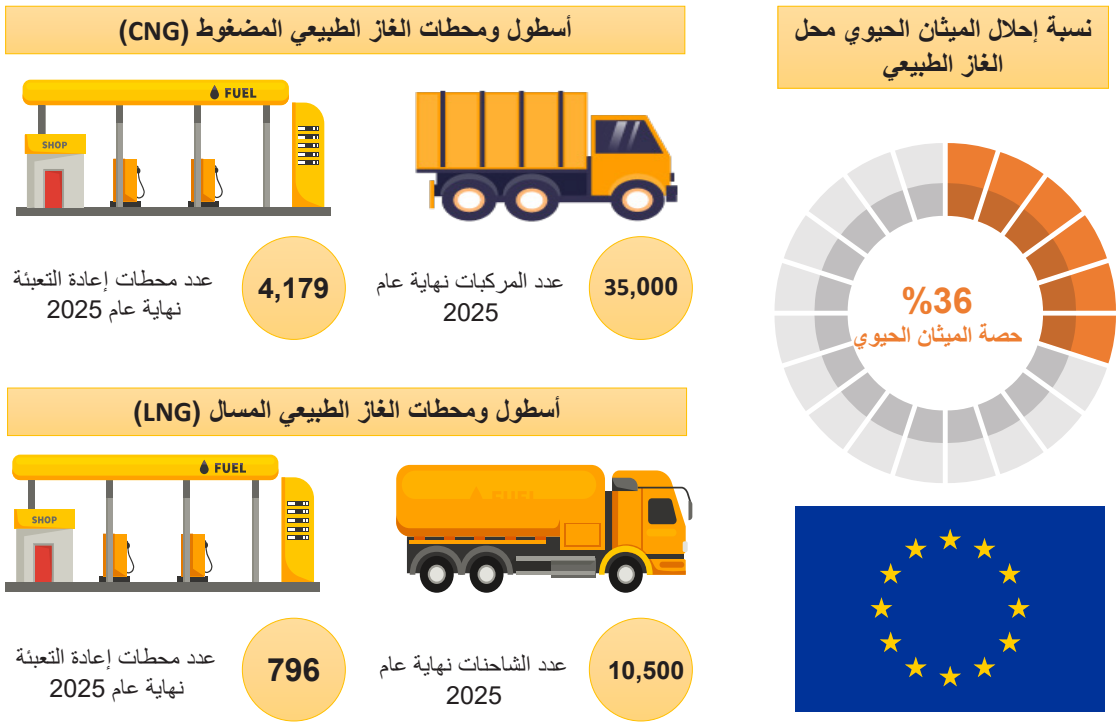


المصدر: الباحث

كما حققت **أوروبا** تجربة رائدة في مجال استخدام الغاز الطبيعي والمسال كوقود للمركبات، وحققت تقدماً ملحوظاً في إحلال الميثان الحيوي محل الغاز التقليدي. حيث يقدر حجم أسطول شاحنات الخدمة الشاقة العاملة بالغاز الطبيعي المضغوط (سواء كان تقليدياً أو حيوياً) بنحو 35 ألف شاحنة، والتي يتم إعادة تزويدها عدد بالوقود من خلال 4,179 محطة حسب تقديرات المفوضية الأوروبية. أما بالنسبة للغاز الطبيعي المسال، فيقدر أسطول شاحنات الخدمة الشاقة بأكثر من 10 آلاف شاحنة، بينما يبلغ عدد المحطات 796 محطة وفق تقديرات منظمة Eurogas لعام 2025.

وقد عملت الدول الأوروبية على زيادة حصة الميثان الحيوي على حساب الغاز الطبيعي الأحفوري في المركبات العاملة بالغاز، والتي وصلت مطلع عام 2024 نحو 36% (الشكل 2-17)، وبذلك تعد أوروبا الثانية عالمياً في الاعتماد على الميثان الحيوي لقطاع النقل الذي يعمل بالغاز.

الشكل 2-17: أبرز مؤشرات قطاع النقل العامل بالغاز في أوروبا



المصدر: الباحث

الفصل الثالث: الجوانب البيئية والاقتصادية للغاز الحيوي وفرص الاستثمار في الدول العربية



1-3 الجوانب البيئية والاقتصادية لإنتاج الغاز الحيوي
2-3 الأهداف والسياسات الداعمة للغاز الحيوي في مناطق العالم
3-3 شركات الطاقة العالمية تدخل سباق الغاز الحيوي
4-3 آفاق إنتاج الميثان الحيوي
5-3 الدول العربية والغاز الحيوي

تمهيد

وضعت عدة دول حوافز وأهداف محددة بأطر زمنية تدعم الاستثمار في إنتاج الغاز الحيوي والميثان الحيوي. وقد تنوعت تلك الأهداف حسب الأساس المستخدم، فمنها ما يعتمد على رقم مستهدف لإنتاج الغاز الحيوي بالمليار متر مكعب، أو تحديد حصة للغاز الحيوي من مزيج الطاقة الوطني، أو وضع مخطط لعدد المشاريع التي يجب تنفيذها. وتساهم تلك الأهداف في تشجيع المستثمرين في الدخول إلى قطاع الغاز الحيوي وتطبيقاته، في ظل وجود ضمانات تقدمها الحكومات لشراء الإنتاج من المشاريع سواء كان في صورة ميثان حيوي أو كهرباء مولدة باستخدام الغاز الحيوي.

3-1: الجوانب البيئية والاقتصادية لإنتاج الغاز الحيوي

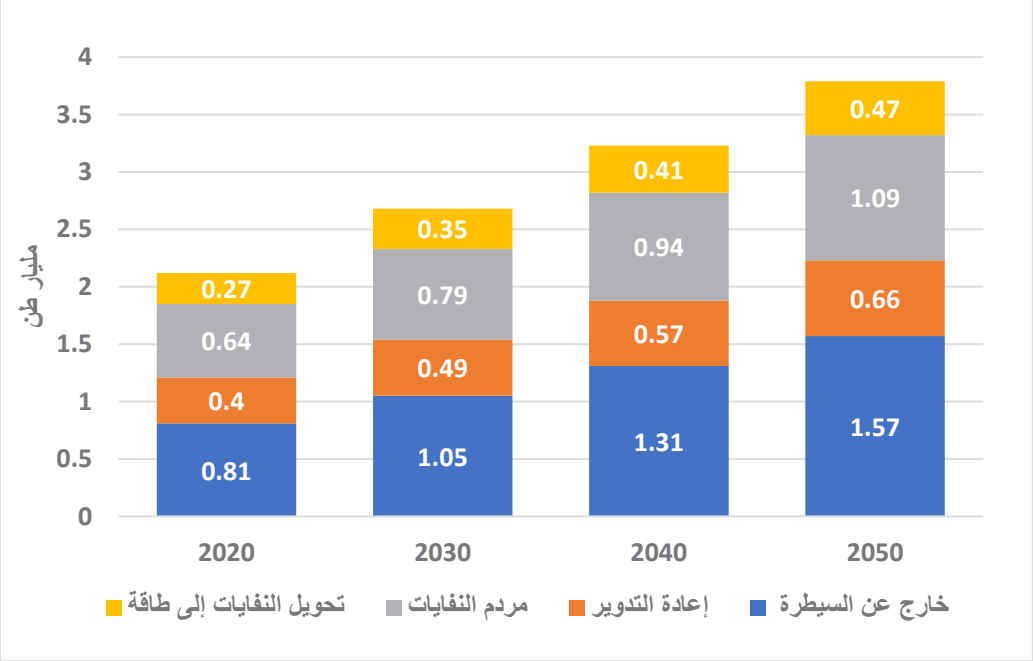
3-1-1: الغاز الحيوي كوسيلة فعالة لإدارة النفايات

اتجهت العديد من الدول منذ عدة سنوات، نحو تحفيز الاستثمار في مجال إنتاج الغاز الحيوي من المخلفات العضوية، بفضل ما يوفره من مزايا بيئية واقتصادية، ودعم الاقتصاد الدائري للكربون. وكذلك المساهمة في تنويع مصادر إمدادات الطاقة بما يحقق أمن الطاقة. فمن الجانب البيئي، يعتبر الغاز الحيوي أداة فعالة لإدارة النفايات، التي يرتفع معدل توليدها سنوياً نتيجة نمو النشاط الاقتصادي والنمو السكاني. كما أن زيادة هجرة السكان من الريف إلى المدن تتسبب في توليد كميات أكبر من النفايات بسبب ارتفاع جودة الحياة.

فوفقاً لتقديرات برنامج الأمم المتحدة للبيئة[37]، بلغ إجمالي النفايات البلدية الصلبة التي خلّفها العالم في عام 2020 نحو 2.1 مليار طن. ولا تنحصر المشكلة على حجم النفايات الكبير، بل إن 38% منها (ما يعادل 810 مليون طن)، صنّفها البرنامج على أنها نفايات خارجة عن السيطرة أي أنها أُلقيت في البيئة أو حُرقت في الهواء الطلق مسببة أضراراً على البيئة والصحة. بينما تم التخلص من 13% في مردم

النفايات، أي أن ما يزيد عن نصف ما يولدَه العالم من النفايات لا يتم استغلاله على النحو الأمثل، بينما يستخدم النصف الآخر في عمليات إعادة التدوير وتحويل النفايات إلى طاقة. وعلى صعيد التوقعات، تشير تقديرات الأمم المتحدة إلى أن إجمالي حجم النفايات سيصل إلى 3.79 مليار طن بحلول عام 2050، بنسبة نمو 70% مقارنة بعام 2020 كما هو موضح بالشكل 3-1. وإذا استمرت الممارسات الحالية، فإن النفايات "الخارجة عن السيطرة" ستتضاعف إلى 1.6 مليار طن بحلول 2050، الأمر الذي سيتسبب في آثار سلبية جسيمة على الصحة العامة، والتنمية الاقتصادية والبيئة.

الشكل 3-1: آفاق نمو النفايات البلدية الصلبة (MSW) في العالم



المصدر: برنامج الأمم المتحدة للبيئة

من هذا المنطلق، فإن إدارة وتقليل هذه النفايات على نحو يساهم في تقليل الأثر البيئي لها بات أمراً ملحاً. ومن ثم فإن تطبيق تقنية الهضم اللاهوائي لهذه النفايات غير المستغلة سيساهم في إدارتها على نحو أفضل، علاوة على الاستفادة من الغاز الحيوي

كمصـــدر للطاقة. كما أن البقايا/المخلفات المهضـــومة (Digestate) غنية بعناصـــر البوتاسيوم والفسفور، وهي العناصر الضرورية لتغذية التربة الزراعية. ومن ثم يمكن اســتغلالها كبديل عن الأســمدة الاصــطناعية المشــتقة من الغاز الطبيعي، الأمر الذي يساهم في خفض استهلاك الوقود الأحفوري، وتقليل البصمة الكربونية.

3-1-2: الغاز الحيوي كأداة للحد من انبعاثات الميثان ودعم المبادرات الدولية

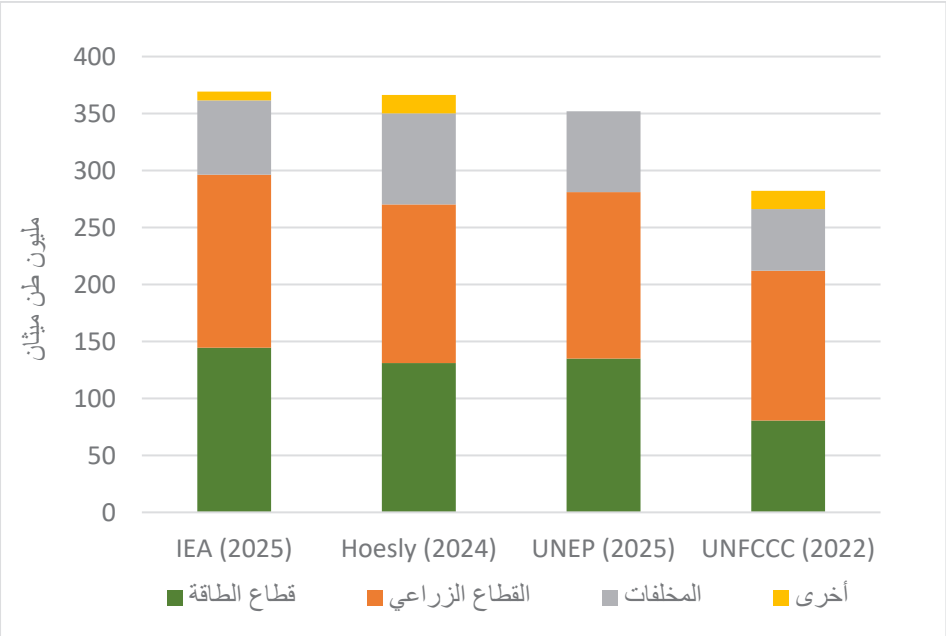
يمكن أن يســـاهم الغاز الحيوي في الحد من انبعاثات غاز الميثان الناتجة عن الأنشـــطة البشـــرية (Anthropogenic Activities)، الذي يعد ثاني أكبر مســـبب للاحتباس الحراري بعد غاز ثاني أكســـيد الكربون بســـبب قدرته العالية على حبس الحرارة. حيث تصـــل قدرته إلى 80 مرة مقارنة بغاز ثاني أكســـيد الكربون[38]. وتنبع أهمية الغاز الحيوي في هذا السياق من كونه يعالج مباشـرةً مصـادر رئيسـية لانبعاثات الميثان، مثل مخلفات القطاع الزراعي، والمخلفات الصلبة، وصـناعات الأغذية، ومياه الصـرف الصـناعي، وهي قطاعات ترتبط ارتباطًا وثيقًا بسـلسـلة إنتاج الغاز الحيوي والميثان الحيوي.

على الصـعيد العالمي، هناك اختلاف في تقديرات حجم انبعاثات الميثان بسـب صـعوبة الرصـد والإبلاغ، وتباين المنهجيات المسـتخدمة. فوفقا لتقديرات وكالة الطاقة الدولية (IEA) الصادرة عام 2025، بلغ انبعاثات الميثان حوالي 369.26 مليون طن، وهي التقديرات الأعلى عالمياً. بينما تشـــير اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشـــأن تغير المناخ (UNFCCC)، إلى أن إجمالي انبعاثات الميثان بلغ 282.14 مليون طن (وفقاً للبيانات الصادرة عام 2022)، أي أقل بنحو 24% عن تقديرات وكالة الطاقة الدولية.

كما تســـتند الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، إلى بيانات Hoesly كمرجعية لها، كونها من أكثر المراجع موثوقية فيما يخص انبعاثات الغازات

الدفيئة والميثان. ووفقا لـــــ Hoesly، فإن إجمالي انبعاثات الميثان بلغ نحو 366.3 مليون طن، ولذلك تعد وســـيطاً متوازناً بين تقديرات وكالة الطاقة الدولية ولجنة الأمم المتحدة لتغير المناخ. أما تقديرات برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) الصـادرة عام 2025، فتشير إلى أن إجمالي انبعاثات الميثان بلغ 352 مليون طن (لعام 2020)، كما هو مبين بالشكل 3-2.

الشكل 3-2: تقديرات انبعاثات الميثان عالمياً وفق عدة مصادر وتاريخ الإصدار، والقطاعات الرئيسية المسببة لها



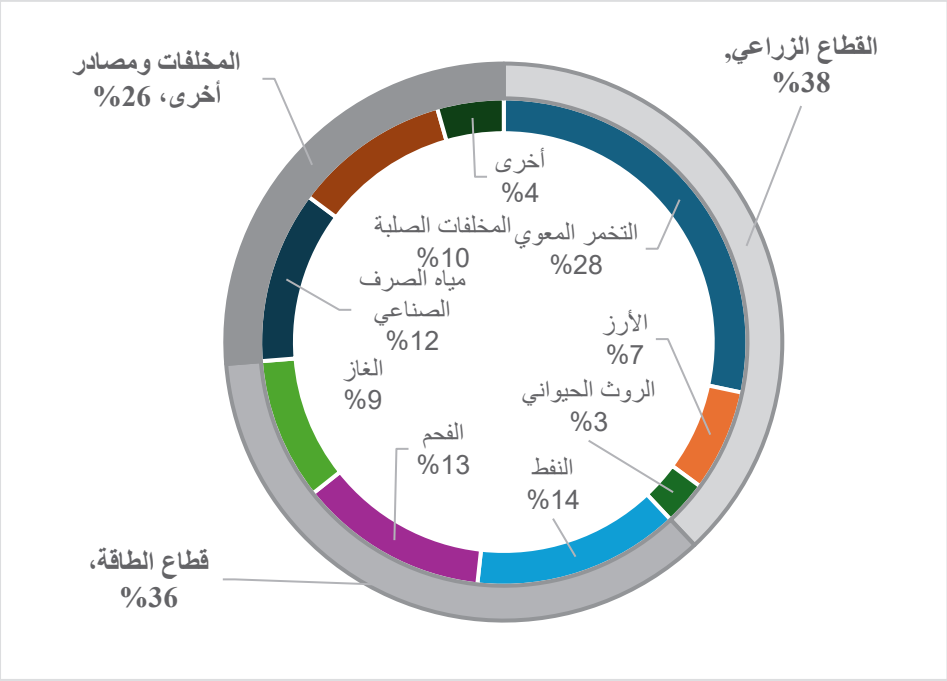
* المصادر الموضحة حسب سنة إصدار البيانات، لكنها تتحدث عن انبعاثات الميثان في عام 2020 غي أغلب الحالات

المصدر: الباحث استناداً إلى تجميع بيانات من IEA، Hoesly، UNFCCC

وبغضّ النظر عن اختلاف القيم المطلقة بين المصـــادر المختلفة، إلا أنها تتفق في أن **القطاعات الرئيســـية التي تنطلق منها انبعاثات غاز الميثان هي** القطاع الزراعي، وقطاع مصـــادر الطاقة الأحفورية (النفط، والغاز، والفحم)، والنفايات/المخلفات الصلبة.

ووفقاً لبيانات Hoesly الموضحة بالشكل 3-3، يساهم قطاع الزراعة بنحو 38% من إجمالي الانبعاثات الناتجة عن الأنشطة البشرية، وهي موزعة بين التخمر المعوي للماشية بنسبة 28% كأكبر مصدر منفرد. أما النسبة المتبقية (10%) فتمثل الانبعاثات الناتجة عن الهضم اللاهوائي للروث الحيواني والمواد العضوية المدفونة في التربة الزراعية المستخدمة في زراعة الأرز (Rice Cultivation)[4].

الشكل 3-3: مصادر انبعاثات الميثان الناتجة عن النشاط البشري



المصدر: Hoesly et al., 2024

أما القطاع الرئيسي الثاني فهو قطاع الطاقة بنسبة 36%، نتيجة عمليات استخراج وإنتاج ونقل النفط، والغاز، والفحم. حيث تتحرر انبعاثات الميثان كانبعاثات هاربة من التسهيلات المستخدمة في عمليات الإنتاج والمعالجة مثل الضواغط، وصهاريج التخزين، وخطوط الأنابيب، والصمامات. بينما تعد النفايات المصدر الرئيسي الثالث لانبعاثات الميثان بحصة 22%، منها 12% تمثل انبعاثات الميثان

[4] عند غمر حقول الأرز بالمياه لفترة طويلة، يتم عزل التربة عن الأكسجين الموجود في الهواء الجوي. وفي هذه الظروف، تبدأ البكتريا في النشاط والتكاثر، وتقوم بتحليل المواد العضوية الموجودة في التربة، ومن ثم ينتج الميثان كمنتج ثانوي لهذه العملية.

الناتجة عن تحلل المادة العضوية في مياه الصرف الصناعي وحمأة الصرف الصحي، و10% تمثل انبعاثات الميثان من المخلفات الصلبة، والتي تأتي غالباً من مدافن النفايات أو المكبات المكشوفة.

يتضح مما سبق أن القطاعات الأكثر مساهمة في انبعاثات الميثان هي ذاتها القطاعات التي تولد المادة الخام لإنتاج الغاز الحيوي والميثان الحيوي، وبالأخص الروث الحيواني، ومخلفات البلدية الصلبة، وحمأة الصرف الصحي والصناعي. وعليه، فإن التوسع في مشاريع الهضم اللاهوائي لا يحقق إنتاج مصدر طاقة منخفض الكربون فحسب، بل يشكل في الوقت ذاته أحد أكثر الحلول فعالية من حيث التكلفة والسرعة للحد من انبعاثات الميثان عالمياً.

على الصعيد العالمي، برزت العديد من المبادرات الهادفة إلى الحد من انبعاثات الميثان، ومن أهمها التعهد العالمي للميثان (Global Methane Pledge)، والذي تم الإعلان عنه في عام 2021 أثناء انعقاد مؤتمر الأمم المتحدة للمناخ (COP26). وبحسب التعهد، فإن الدول الموقعة التزمت بتخفيض انبعاثات الميثان الخاصة بها بنحو 30% بحلول عام 2030، مقابل مستويات عام 2020. ووفقاً لتقديرات المنظمة العالمية للغاز الحيوي (World Biogas Association, WBA)[39]، فإنه يمكن تحقيق نحو 50% من التعهد العالمي لخفض الميثان، من خلال الاستثمار في تطبيق تقنية الهضم اللاهوائي للمواد العضوية الناتجة عن الروث الحواني، ومخلفات البلدية الصلبة، والحمأة.

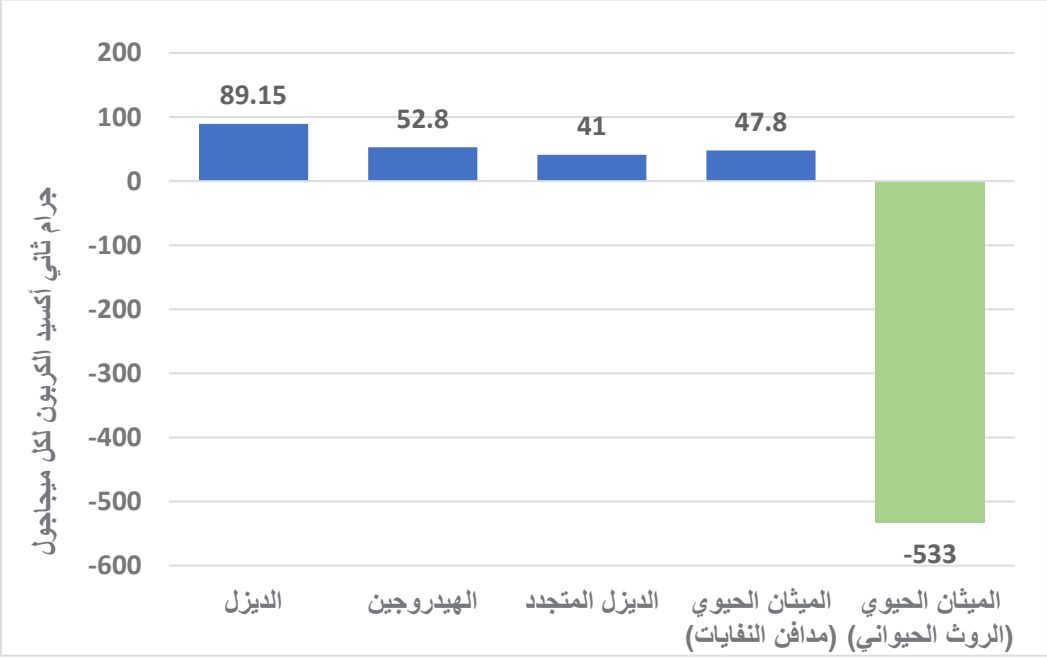
3-1-3: الغاز الحيوي كمساهم في تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري

بجانب الفوائد البيئية من إدارة النفايات، والمساهمة في تخفيض انبعاثات الميثان، يمكن للميثان الحيوي أن يساهم في تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري

في قطاع النقل الثقيل، مقارنة بأنواع المنتجات البترولية السائلة. بل وفي بعض الحالات تحقيق انبعاثات سالبة (Negative Emissions)، حسب نوع المادة العضوية المستخدمة في إنتاج الغاز الحيوي.

ففي ولاية كالفورنيا الأمريكية، قدر مجلس California Air Resources Board الانبعاثات الناتجة عن استخدام الميثان الحيوي المضغوط في قطاع النقل بنحو -533 جرام ثاني أكسيد الكربون المكافئ لكل ميجاجول، وذلك إذا كان مصدره الروث الحيواني. وتعود القيمة السالبة إلى مساهمة الميثان الحيوي في تخفيض انبعاثات الميثان من مزارع الأبقار (المصدر)، علاوة على الخفض الناتج في انبعاثات الاحتراق الناتجة عن استخدام الغاز نفسه كوقود للمركبات. وبالمقارنة مع مصادر الوقود الأخرى كما هو موضح بالشكل 3-4، فتصل الانبعاثات في حالة الديزل إلى 89.15 جرام ثاني أكسيد كربون مكافئ لكل ميجا جول.

الشكل 3-4: كثافة انبعاثات مصادر الوقود المختلفة في قطاع النقل



المصدر: CARB

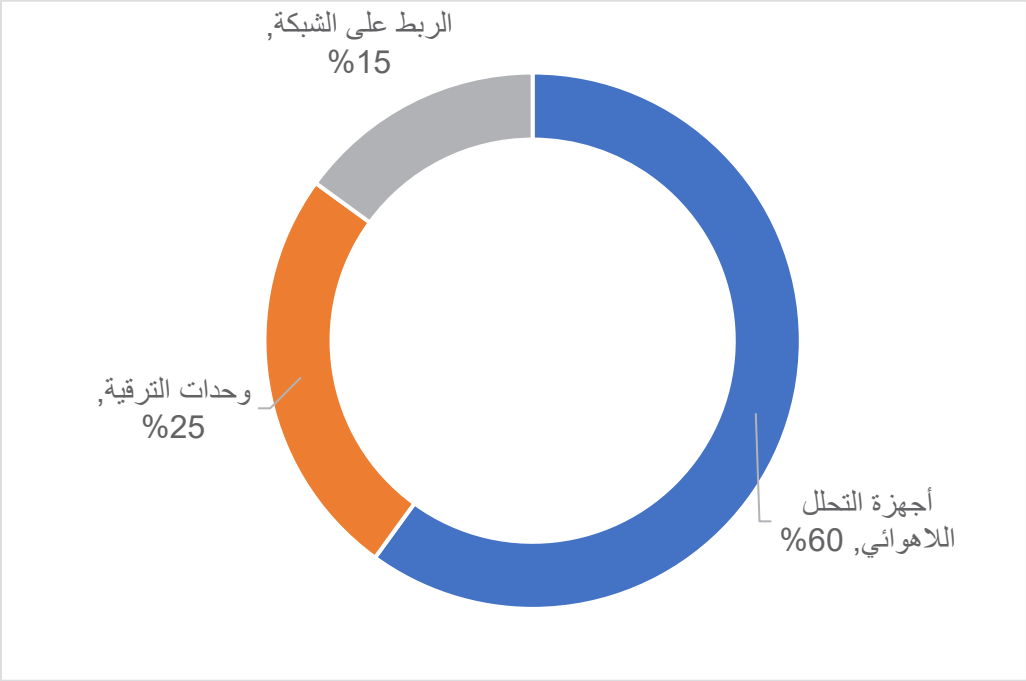
3-1-4: الجانب الاقتصادي من الاستثمار في الغاز الحيوي

بشكل عام، لا تعد التكاليف الرأسمالية لمشاريع الغاز الحيوي باهظة، بالمقارنة مع مشاريع الغاز التقليدية. لكنها تتأثر بشكل كبير بالسعة التصميمية لمحطة الإنتاج، حيث تقل التكلفة كلما ارتفعت السعة بسبب وفورات الحجم، الناتجة عن توزيع تكاليف ثابتة مثل الإدارة وأنظمة المراقبة والتراخيص على سعة تصميمية أكبر.

عملياً تؤثر عدة عوامل على التكاليف الرأسمالية والتشغيلية للمشروع، ومنها حجم المشروع، ونوع المادة العضوية المستخدمة في تغذية جهاز الهضم اللاهوائي، ونوع تكنولوجيا الترقية المستخدمة، وموقع المشروع ومدى قربه من مصادر المخلفات والبنية التحتية للغاز.

عادة يتوزع هيكل التكاليف الرأسمالية لمشروع متكامل لإنتاج الميثان الحيوي بين ثلاثة أجزاء رئيسية وهي مرحلة إنتاج الغاز الحيوي، ومرحلة ترقية الغاز الحيوي إلى ميثان، ومرحلة ما بعد الإنتاج (أي الربط على الشبكة). وفي هذا السياق، تعد وحدات الهضم اللاهوائي والوحدات المرتبطة بها المكون الرئيسي في التكلفة، حيث تمثل في المتوسط نحو 60% من إجمالي التكاليف، بينما تبلغ حصة وحدات ترقية الغاز الحيوي حوالي 25%، والنسبة المتبقية (أي 15%) هي تكلفة ربط المحطة على الشبكة المحلية، الشكل 3-5. ولا شك أن النسب الفعلية قد تختلف من مشروع لآخر ومن بلد لآخر حسب نطاق الأعمال المطلوبة، لكنها تظل مساهمة وحدات الهضم اللاهوائي هي الأكبر عموماً. كما أن حصة تكلفة الربط على الشبكة قد ترتفع بشكل حاد إذا كان موقع المشروع بعيداً عن البنية التحتية، الأمر الذي يجعل من اختيار موقع المشروع عاملاً حاسماً قد يوازي تكلفة أجهزة الهضم اللاهوائي.

الشكل 3-5: توزيع هيكل التكاليف الرأسمالية لمشروع إنتاج الميثان الحيوي



المصدر: بيانات Biomethane Industrial Partnership

واستنادا إلى بيانات الشراكة الصناعية لمنتجي الميثان الحيوي (Biomethane Industrial Partnership)[40]، والتي تعتمد على بيانات عدة شركات أوروبية، فإن التكلفة الرأسمالية تختلف باختلاف السعة التصميمية للمحطات (مثلا بـــ الكيلووات أو الميجاوات للميثان الحيوي التي تعبر ذاتها عن القدرة) على النحو التالي:

- **المحطات الصغيرة والمتوسطة (سعة 3-8 ميجاوت)**

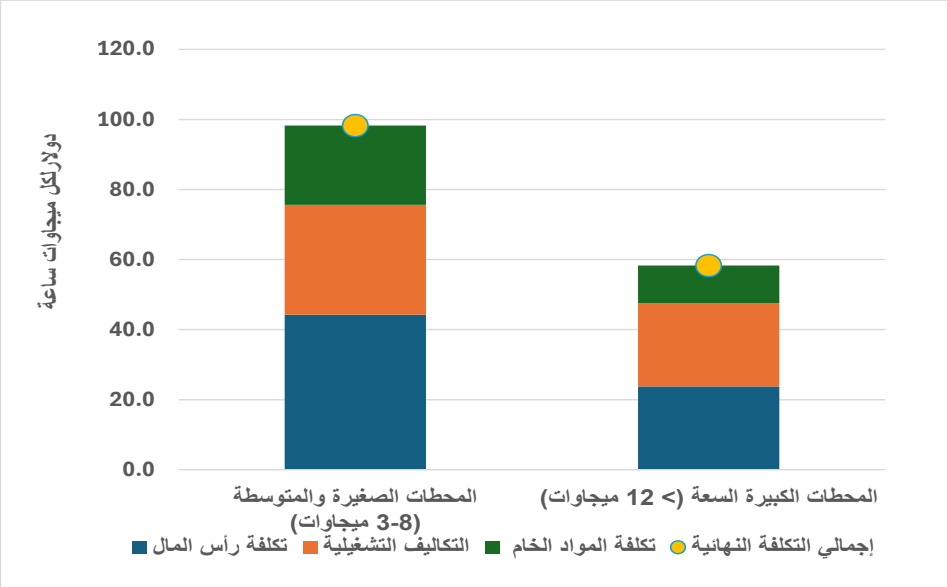
تتراوح التكلفة بين 3.78-5.94 مليون دولار لكل ميجاوات من الميثان الحيوي. وتكافئ هذه السعة معدل تدفق من الغاز الحيوي المستخدم في الترقية يعادل 4.38-11.38 مليون متر مكعب سنوياً.

- **المحطات الكبيرة (سعة أعلى من 12 ميجاوات)**

تتراجع التكلفة إلى 2.160 مليون دولار لكل ميجاوات من الميثان الحيوي. وتكافئ هذه السعة معدل تدفق من الغاز الحيوي بأعلى من 17.5 مليون متر مكعب سنوياً.

أما التكاليف التشغيلية (الدولار لكل ميجاوات ساعة منتجة)، فتقل كلما كانت الطاقة التصميمية للمحطة أعلى. وعادة ما يلجأ مشغلو المشاريع إلى فصل تكلفة المادة العضوية المستخدمة كمادة خام لإنتاج الميثان الحيوي، لتقييم كفاءة التشغيل. وفي المتوسط تصل التكاليف التشغيلية (دون احتساب تكلفة المادة العضوية) إلى نحو 31.3 دولار لكل ميجاوات ساعة من الميثان الحيوي للمحطات الصغيرة والمتوسطة، وإلى 23.8 دولار لكل ميجاوات ساعة للمحطات الكبيرة. وللمقارنة على فترة عمل المشروع (عادة 20 سنة) على النحو الذي يهم المستثمرين، يتوزع هيكل التكلفة بين المكونات الرئيسية الثلاثة وهي تكلفة رأس المال، والتكاليف التشغيلية، وتكاليف المواد الخام، كما هو مبين بالشكل 3-6.

الشكل 3-6: توزيع هيكل التكاليف لمشروع إنتاج الميثان الحيوي بين التكاليف الرأسمالية والتشغيلية والمخلفات العضوية



المصدر: من إعداد الباحث استنادا إلى بيانات BIP Europe

أما من جانب الجدوى الاقتصـــادية، فيكتســـب الغاز الحيوي جدواه من أدواره المتعددة في إدارة النفايات، وعائدات الكربون، وســـعر بيع الغاز نفســـه في الســـوق المحلي أو عبر تحويله إلى كهرباء وربطها بالشبكة. ويحسن من اقتصاديات المشروع، العوائد الاقتصـادية من بيع بواقي الهضـم الناتجة عن عملية الهضـم اللاهوائي كسـماد طبيعي.

فمن جانب إدارة النفايات، تقدر تكلفة طمر أو دفن طن واحد من النفايات في المدافن بنحو 50 دولار في أوروبا، وقد تصـــل إلى 120 دولار للطن. ومن ثم يمكن تجنب هذه التكلفة الكبيرة عبر توريدها لمنشـــآت إنتاج الغاز الحيوي. ففي بعض الحالات، يحصـل بعض المشـغلين في أوروبا على رسـوم من البلدية نظير مسـاعدتهم على التخلص من النفايات، وهي ما تعرف باسم رسوم البوابة (Gate Fees).

كما يشـكل بيع اعتمادات الكربون (Carbon Credits) حافزاً اقتصـادياً مهماً لدعم اقتصـاديات مشروع الغاز الحيوي. بفضـل ما يسـاهم به في تخفيض انبعاثات ثاني أكســـيد الكربون عند اســـتخدامه كوقود وبالأخص في قطاع النقل، الذي يعد أحد القطاعات الرئيسية للانبعاثات. أما متبقي/مخلفات الهضم، فاستخدامها كسماد عضوي طبيعي يوفر تكلفة شراء الأسمدة الصناعية عالية التكلفة المشتقة من الوقود الأحفوري. ففي عام 2024، بلغ متوسـط الطن الواحد من الأسـمدة الفوسـفاتية نحو 573 دولار، ولليوريا نحو 324 دولار. ولا تقتصـر الجدوى الاقتصـادية على العناصـر المباشـرة (بيع الغاز الحيوي، أو مخلفات الهضـم)، بل تمتد إلى مسـاهمة الغاز الحيوي في خلق فرص عمل داخل السوق المحلي، وكذلك دوره في تحقيق الأمن الطاقي.

3-2: الأهداف والسياسات الدولية الداعمة للغاز الحيوي والميثان الحيوي

3-2-1: الحوافز والأهداف الداعمة للغاز الحيوي في أوروبا

تعد أوروبا السوق الرائدة في قطاع الغاز الحيوي على مستوى العالم. وقد حظي القطاع باهتمام أكبر بعد اندلاع الأزمة الروسية الأوكرانية في فبراير 2022. حيث اتخذت المفوضية الأوروبية إجراءات وتدابير لإيقاف الاعتماد على إمدادات الغاز الروسي[41] الذي كان يلبي نحو 45% من احتياجات أوروبا من الغاز قبل عام 2022. ولتحقيق هذا الهدف، أصدرت المفوضية الأوروبية خطة (REPower EU) والتي وضعت هدفاً للوصول بإنتاج الغاز الحيوي إلى 35 مليار متر مكعب بحلول عام 2030، أي نحو عشرة أمثال الإنتاج الأوروبي في عام 2022، والذي بلغ حينها 3.5 مليار متر مكعب.

وامتثالاً لتلك التوصيات، أعلنت عدة دول أوروبية عن الإجراءات والتدابير الوطنية لإنتاج الميثان الحيوي، ضمن ما يعرف بالخطة الوطنية للطاقة والمناخ (NECP)، والتي تقوم كل دولة أوروبية بتحديثها كل سنتين، وتسليمها إلى المفوضية الأوروبية، وتتضمن آليات إدارة قطاع الطاقة على المستوى الوطني، وكيفية معالجة قضايا المناخ على المدى المتوسط. وقد تباينت الدول في خططها من حيث الفصل بين الغاز الحيوي والميثان الحيوي، فمنها ما وضع هدف مجمع للاثنين معها مثل إسبانيا التي وضعت هدفاً مجمعاً لإنتاج الغاز الحيوي والميثان الحيوي بإجمالي 20 تيراوات ساعة (يعادل 2 مليار متر مكعب) بحلول عام 2030. بينما حددت دول أخرى هدفاً مستقلاً للميثان الحيوي، ومن بينها إيطاليا التي وضعت هدف لإنتاج 5.7 مليار متر مكعب سنوياً بحلول 2030. وبحسب أحدث وثيقة صادرة[42] عن المفوضية الأوروبية في عام 2025، يبلغ مجموع أهداف إنتاج الميثان الحيوي من دول الاتحاد الأوروبي نحو 15.2 مليار متر مكعب سنوياً بحلول 2030، كما هو موضح بالجدول 3-1. وبتضمين خطط إنتاج الغاز الحيوي، سيرتفع إجمالي الإنتاج المستهدف إلى 25.85

مليار متر مكعب سنوياً بحلول عام 2030. ومن ثم لا تزال الدول الأوروبية بعيدة عن تحقيق الهدف الذي وضعته المفوضية الأوروبية، لكن من المتوقع أن تشهد الفترة المقبلة إعلان المزيد من الدول عن أهدافاً محددة للميثان الحيوي ضمن الخطط المحدثة.

الجدول 3-1: أهداف إنتاج الميثان الحيوي الموضحة في الخطط الوطنية لدول الاتحاد الأوروبي

الدولة	هدف إنتاج الميثان الحيوي بحلول عام 2030	ملاحظات
إيطاليا	5.7 مليار متر مكعب سنوياً	خطة إيطاليا هي الأكثر طموحاً في الاتحاد، حيث تم تخصيص الدعم بالكامل لتحويل محطات الغاز الحيوي إلى ميثان حيوي للحقن في الشبكة
فرنسا	5-4.4 مليار متر مكعب سنوياً	الهدف حسب الخطة هو حقن 44-50 تيراوات ساعة من الميثان الحيوي في الشبكة كبديل للغاز الطبيعي
هولندا	2 مليار متر مكعب سنوياً	-
الدانمارك	1.2 مليار متر مكعب سنوياً	الخطة الدنماركية هي الأكثر طموحاً حيث تهدف لاستبدال 100% من غاز الشبكة بميثان حيوي بحلول 2030.
إيرلندا	0.57 مليار متر مكعب سنوياً	وضعت الخطة (أو 5.7 TWh)؛ الهدف موجه حصرياً لإنتاج الميثان الحيوي كوقود للنقل والتدفئة الصناعية
جمهورية التشيك	0.5 مليار متر مكعب سنوياً	حددت هدفاً لتحويل 500 مليون متر مكعب للميثان الحيوي
البرتغال	0.2 مليار متر مكعب سنوياً	وضعت الخطة هدف 2 تيراوات ساعة ضمن "خطة عمل الميثان الحيوي" الوطنية
الإجمالي	15.2 مليار متر مكعب سنوياً	-

المصدر: من تجميع الباحث استنادا إلى الخطط الوطنية للدول الأوروبية

3-2-2: الحوافز والأهداف الداعمة للغاز الحيوي في أمريكا الشمالية

تختلف استراتيجية أمريكا الشمالية عن الاتحاد الأوروبي في طبيعة السياسات الداعمة للغاز الحيوي والميثان الحيوي. فبينما يضع الاتحاد الأوروبي أهدافاً "مركزية" لدول الاتحاد (مثل هدف الوصول بالإنتاج إلى 35 مليار متر مكعب سنوياً)، تعتمد الولايات المتحدة وكندا على حوافز السوق والتشريعات الضريبية بدلاً من وضع رقم مستهدف للإنتاج.

ففي **الولايات المتحدة**، استمد القطاع جاذبيته من خلال قانون خفض التضخم الأمريكي (Inflation Reduction Act, IFR)، والذي تم تمريره عام 2022. وبموجب القانون، يمكن توفير ائتمانات ضريبية للاستثمار بما يتراوح بين 6% إلى 30% من تكلفة إنشاء محطة الغاز الحيوي، ويسري العمل بهذا الحافز حتى عام 2028. أما من حيث الأهداف، فلا يوجد هدف محدد لإنتاج الغاز الحيوي أو الميثان الحيوي على المستوى الوطني، بل موجود ضمنياً ضمن أهداف نزع الكربون. فإدارة معلومات الطاقة الأمريكية وضعت أهدافاً لخفض انبعاثات قطاع النقل في الولايات المتحدة بنسبة 100% بحلول عام 2050 [43]، وذلك من خلال إنتاج كميات كافية من الوقود الحيوي بأنواعه المختلفة (مثل الغاز الحيوي، والميثان الحيوي). ويعد قطاع النقل أكبر قطاع مسبب للانبعاثات، حيث يساهم وحده بنحو ثلث حجم انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في الولايات المتحدة. ويأتي هذا الهدف اتساقاً مع هدف الوصول إلى صافي صفر انبعاثات للاقتصاد الأمريكي بحلول عام 2050.

وفي **كندا**، بدأ قطاع الميثان الحيوي في النمو بوتيرة متسارعة منذ 2020. حيث تحفز السلطات الفيدرالية على الاستثمار في قطاع الميثان الحيوي، وذلك من خلال لوائح/تنظيمات الوقود النظيف (Clean Fuel Regulations, CFR)، وصندوق تمويل الوقود النظيف (Clean Fuel Fund). فالصندوق-الذي تم تأسيسه عام 2021 بتمويل 1.5 مليار دولار كندي من الميزانية الفيدرالية-وضع مشاريع الغاز الحيوي والميثان الحيوي ضمن القطاعات ذات الأولوية.

أما من حيث الأهداف، فقد وضعت جمعية الغاز الحيوي الكندية (Canadia Biogas Association, CBA) ممثلة بأعضائها، هدفاً لخلط الميثان الحيوي في شبكة الغاز الطبيعي التقليدي، بنسبة 10% بحلول عام 2030، مقارنة بنسبة الخلط الحالية المقدرة بـ1%. ولتحقيق هذا الهدف، يجب أن يصل إنتاج الميثان

الحيوي إلى نحو 4 مليار متر مكعب سنوياً، وذلك استناداً إلى استهلاك الغاز في القطاع السكني والتجاري في كندا في عام 2024.

3-2-3: الحوافز والأهداف الداعمة للغاز الحيوي في آسيا

تعتمد البلدان الآسيوية المهتمة بالغاز الحيوي على استغلاله كحل لمشكلة إدارة النفايات، وتحقيق الأمن الطاقي للصناعات المحلية. ففي الصين على سبيل المثال، بدأ التوجه نحو دعم الميثان الحيوي عام 2015، حيث قدمت وزارة الشؤون الزراعية والريفية (Ministry of Agriculture and Rural Affairs) دعماً لنحو 64 مشروعا لإنتاج الميثان الحيوي خلال 2015-2017 بغرض تقييم الجدوى الاقتصادية وتحديد أفضل التقنيات التي يمكن تطبيقها. كما دعت الخطة الخمسية الرابعة عشر (14th FYP) في الجزء الخاص بتطوير الطاقة المتجددة، إلى التوسع في تنفيذ مشاريع الميثان الحيوي على مستوى الدولة، مع التركيز على المناطق الغنية بالمخلفات العضوية. كما أكدت الخطة على ضرورة التركيز على المشاريع ذات الطاقة الإنتاجية التي تزيد عن 10 مليون متر مكعب سنوياً، بغرض ربط إنتاجها مع شبكات التوزيع الخاصة بالغاز الطبيعي.

أما من حيث الأهداف، فتعد الصين ذات الطموح الأعلى إذ وضع مجلس الدولة الصيني (China State Council) هدفاً لإنتاج 10 مليار متر مكعب سنويا من الغاز الحيوي والميثان الحيوي بحلول عام 2025، ثم رفعه إلى **20** مليار متر مكعب سنوياً بحلول عام 2030.

أما في **الهند**، فقد أقرت الحكومة سياسات داعمة للغاز الحيوي المضغوط كما يعرف في الهند (Compressed Biogas, CBG)، من خلال برامج ومبادرات لتحويل النفايات إلى طاقة، ودعم بدائل الوقود المستدام.

كما تعد مبادرة SATAT من المبادرات الوطنية الداعمة للغاز الحيوي، حيث وضعت توصية لبناء 5,000 محطة للغاز الحيوي المضغوط بطاقة إنتاجية 15 مليون طن سنوياً (ما يعادل 15 مليار متر مكعب سنوياً). أما من حيث أهداف التوسع في إنتاج الغاز الحيوي والميثان الحيوي وخلطه في الشبكة، فأصدرت اللجنة الوطنية للوقود الحيوي في نوفمبر 2023[44]، أهدافاً لخلط الميثان الحيوي في شبكة غاز المدينة بنسبة 1% في العام المالي 2025-2026 مع رفعها تدريجياً بنسبة 1% سنوياً لتصل النسبة إلى 5% بحلول العام المالي 2029/2028. ووفق اللجنة، فإن الأهداف ستكون اختيارية للعام الأول، ثم إلزامية في الأعوام التالية له.

3-2-4: الحوافز والأهداف الداعمة للغاز الحيوي في أمريكا الجنوبية

تعد البرازيل الدولة الرائدة في مجال الغاز الحيوي في أمريكا الجنوبية، ولديها المئات من محطات الهضم اللاهوائي لإنتاج الغاز الحيوي بغرض توليد الطاقة الكهربائية. ومؤخراً، اتجهت البرازيل نحو إنتاج الميثان الحيوي، الذي بات يستحوذ على 37% من إنتاج الغاز الحيوي. وتعتمد البرازيل في استراتيجيتها للغاز الحيوي على استغلال مكانتها كقوة زراعية عالمية، حيث يُنظر إلى الميثان الحيوي كأداة رئيسية لخفض الانبعاثات في قطاع النقل الثقيل، وتقليل الاعتماد على الأسمدة المستوردة.

وبدأ التحول النوعي مع إطلاق السياسة الوطنية للوقود الحيوي (RenovaBio) عام 2017، وهي المبادرة التي وضعت إطاراً قانونياً لربط إنتاج الوقود الحيوي بأهداف بيئية ملموسة عبر إصدار شهادات إزالة الكربون (CBIOs) التي تُباع في البورصة، مما وفر حافزاً اقتصادياً دائماً للمنتجين بعيداً عن الدعم الحكومي المباشر.

وفي عام 2022، أطلقت الحكومة الفيدرالية البرنامج الوطني لصفر ميثان (Metano Zero)، والذي ركز على تحويل المخلفات العضوية من قطاعات قصب السكر، والروث الحيواني، ومدافن النفايات إلى ميثان حيوي. ويهدف البرنامج إلى خلق "ممرات خضراء" لقطاع النقل الثقيل، حيث يتم استخدام الميثان الحيوي كبديل للديزل في الشاحنات والحافلات، خاصة في المناطق الريفية والمراكز اللوجستية الكبرى. كما تضمنت التشريعات الأخيرة لعام 2024 ضمن قانون وقود المستقبل (Fuels of the Future Law)، حوافز لربط محطات الإنتاج الكبرى بشبكات أنابيب الغاز الطبيعي، لضمان وصول الميثان الحيوي إلى المراكز الصناعية الساحلية.

أما من حيث الأهداف، فتعد **البرازيل** "العملاق الصاعد" في هذا المجال. حيث تقدر الجمعية البرازيلية للغاز الحيوي (ABiogás) الإمكانات التقنية الإجمالية بنحو 84.6 مليار متر مكعب سنوياً. وقد حددت الرؤية الاستراتيجية للحكومة هدفاً للوصول إلى إنتاج 30 مليون متر مكعب يومياً (أي ما يعادل تقريباً 11 مليار متر مكعب سنوياً) بحلول عام 2030، وهو طموح يضع البرازيل في منافسة مباشرة مع الصين كأحد أكبر منتجي الميثان الحيوي في العالم خارج الاتحاد الأوروبي.

3-2-5: المقارنة بين مناطق العالم المختلفة

تُظهر المراجعة الدقيقة للمشهد الدولي لسياسات الغاز الحيوي تبايناً جوهرياً في الفلسفة التنظيمية والدوافع الاستراتيجية بين المناطق الكبرى. فبينما تقود أوروبا القطاع بدوافع أمن الطاقة عبر وضع أهدافاً مركزية صارمة، تتبنى أمريكا الشمالية نموذجاً قائماً على مرونة السوق والحوافز الضريبية لخفض تكلفة التحول. وفي المقابل، تبرز آسيا وأمريكا الجنوبية كقوى صاعدة تربط إنتاج الميثان الحيوي بضرورات محلية ملحة، تتراوح بين المعالجة البيئية للنفايات كما هو الحال في الصين والهند، وبين تعظيم القيمة المضافة للقطاع الزراعي كما هو الحال في البرازيل.

هذا التنوع في المسارات، وإن اختلف في الوسائل، يلتقي عند نقطة واحدة وهي جعل الغازات الحيوية أداة مهمة لإزالة الكربون من القطاعات الاقتصادية مثل الكهرباء والنقل، كما يوضح الجدول المقارن التالي.

الجدول 3-2: مقارنة بين الحوافز والأهداف لإنتاج الغاز الحيوي في مناطق مختارة

وجه المقارنة	أوروبا	أمريكا الشمالية	آسيا	أمريكا الجنوبية
أمثلة	الاتحاد الأوروبي	الولايات المتحدة، كندا	الصين، الهند	البرازيل
المحرك الرئيسي	الأمن الطاقي والتحول الأخضر	حوافز السوق	إدارة النفايات وتأمين طاقة للصناعات المحلية	إدارة النفايات الزراعية مثل مخلفات قصب السكر وتقليل استيراد الأسمدة
السياسات الداعمة	**خطط مركزية ووطنية:** هداف REPowerEU والخطة الوطنية للطاقة والمناخ	**تشريعات ضريبية:** قانون خفض التضخم ولوائح الوقود النظيف في الولايات المتحدة، وصندوق الوقود النظيف في كندا	**خطط خماسية ومبادرات** عبردعم مشاريع كبرى في الصين، وبرنامج SATAT في الهند	**سوق الكربون:** برنامج (RenovaBio) وشهادات (CBIOs) وقانون وقود المستقبل
الأهداف لعام 2030	إنتاج 35 مليار متر مكعب سنوياً	التخلص من انبعاثات قطاع النقل الأمريكي بحلول 2050	**الصين:** إنتاج 10 مليار متر مكعب سنوياً	الرؤية الاستراتيجية للحكومة تقضي بإنتاج 11 مليار متر مكعب سنوياً
	مجموع الأهداف الوطنية للدول الأوربية بلغ 15.2 مليار متر مكعب سنوياً	**كندا:** خلط الميثان الحيوي بنسبة 10% في الشبكة (يعادل 4 مليار متر مكعب)	**الهند:** خلط إلزامي يصل إلى 5% في الشبكة بحلول 2029	
الاستخدام، التوجه التقني	الحقن في الشبكة	استخدام الميثان الحيوي كوقود في قطاع النقل	ربط المشاريع الكبرى بشبكات التوزيع	استبدال الديزل في الشحن الثقيل، وربط المزارع بالصناعة

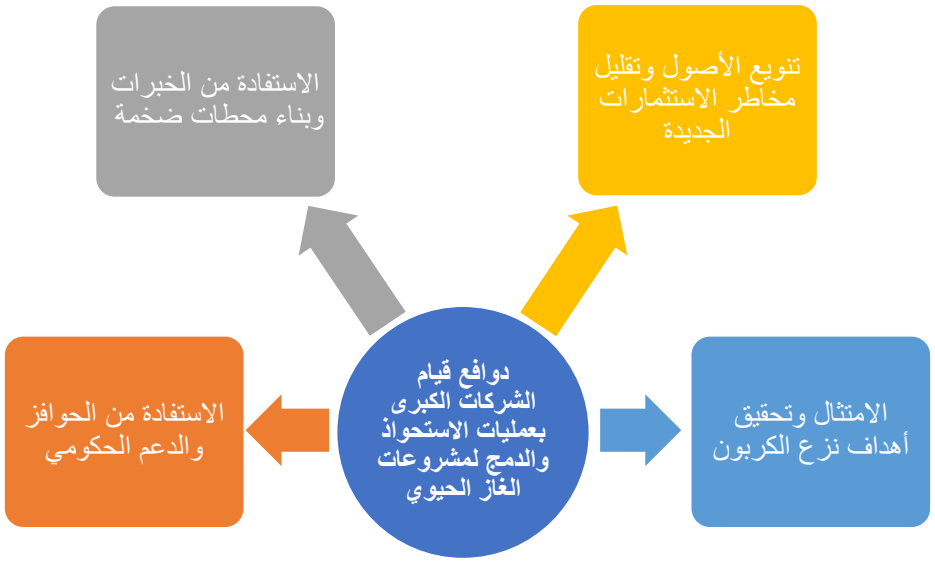
المصدر / الباحث

3-3: شركات الطاقة العالمية تدخل سباق الغاز الحيوي

أبدت شركات الطاقة العالمية اهتماماً كبيراً في السنوات الخمس الأخيرة بالدخول في قطاع الغاز الحيوي، من خلال تنفيذ عدة صفقات للاستحواذ والدمج للمشاريع الصغيرة والمتوسطة في عدة أسواق. حيث شهدت الفترة 2021-2025، تنفيذ عدة صفقات قامت بها أكبر الشركات العالمية مثل شركة BP، و Shell وExxonMobil وغيرها، للاستحواذ على محافظ مشاريع كاملة أو شركات تشغيل قائمة.

ويشير هذا التطور إلى حدوث تحول هيكلي في قطاع الغاز الحيوي من شركات محلية أو مطورين محليين إلى مرحلة تكتل مؤسسي تقوده شركات الطاقة العالمية. ويعود قيام الشركات الكبرى بهذه الخطوات إلى الدوافع الموضحة بالشكل 3-7.

الشكل 3-7: دوافع قيام شركات الطاقة الكبرى بعمليات الاستحواذ على مشاريع الغاز الحيوي



المصدر: الباحث

3-3-1: الامتثال وتحقيق أهداف نزع الكربون

بشكل عام تضع الشركات العالمية لنفسها أهدافاً لخفض البصمة الكربونية أو كثافة الكربون (Carbon Intensity) لعملياتها التشغيلية الموزعة في مناطق استثماراتها. ويعد قطاع الغاز الحيوي من أقل الخيارات في التكلفة لتحقيق خفض في الانبعاثات من عمليات التشغيل وبالأخص من خلال استخدامه في قطاعي النقل والصناعة، مقارنة ببدائل أخرى عالية المخاطر مثل الهيدروجين. فالشركات العالمية كانت تخطط للاستثمار بقوة في قطاع الهيدروجين لتخفيض البصمة الكربونية، إلا أن ارتفاع التكاليف الرأسمالية، وعدم إبرام تعاقدات لبيعه، وصعوبة الحصول على التمويل، أحدث تراجعاً في هذه الخطط. الأمر الذي أسفر عن قيام عدة شركات

بالإعلان عن تأجيل وإلغاء عشرات المشاريع في عدة مناطق. ومن ثم فإن الاستثمار في مشاريع الغاز الحيوي سيسمح لهذه الشركات تخفيض البصمة الكربونية لعملياتها التشغيلية، ومن ثم تقليل مخاطر الاستثمار.

3-3-2: الاستفادة من الحوافز والدعم الحكومي

تحقق مشاريع الغاز الحيوي عوائد اقتصادية مرتفعة في بعض الأسواق مثل أوروبا والولايات المتحدة، مدفوعة بالسياسات ولوائح الوقود النظيف وليس فقط من بيع الغاز الحيوي. وبذلك تضمن الشركات العالمية الحصول على عائد ثابت من الاستثمار في مشاريع الغاز الحيوي.

3-3-3: تنويع الأصول وتقليل مخاطر الاستثمارات الجديدة

مع تصاعد حالة عدم اليقين بخصوص مستقبل الطلب على بدائل الوقود مثل الهيدروجين، تسعى الشركات الكبرى إلى تنويع أصولها باستخدام مصادر قليلة المخاطر وقابلة للاندماج في منظومة الطاقة الحالية دون الحاجة إلى إحداث تغييرات جذرية في البنية التحتية أو تأسيس بنية تحتية كاملة جديدة تحتاج إلى تكاليف رأسمالية عالية.

3-3-4: الاستفادة من الخبرات المحلية، وتوحيد المقاييس

تستطيع الشركات العالمية من خلال عمليات الاستحواذ، الاستفادة من خبرات الشركات المحلية المطورة لمشاريع الغاز الحيوي دون الانخراط من البداية. وهو الأمر الذي يمكنها من نقل المعرفة والخبرات لتنفيذ مشاريع أخرى في أسواق جديدة. كما أنها تستطيع بحكم مكانتها وملاءتها المالية، تحسين شروط التمويل لبناء مشاريع جديدة، وكذلك توحيد معايير هذا القطاع.

بحسب عمليات الاستحواذ والشراكة التي قامت بها الشركات العالمية المبينة بالجدول 3-3، يتضح أن موجة الاستحواذ لا تعكس توجهاً بيئياً فحسب، بل توجهاً مدروساً لإعادة تسويق الغاز كوقود نهائي وليس انتقالي في عملية تحول الطاقة. كما أن زخم عمليات الاستحواذ ظهر بشكل كبير فور حدوث الأزمة الروسية الأوكرانية، بدوافع تحقيق أمن الطاقة وتنويع مصادر إمدادات الغاز، خاصة وأن تنفيذ مشاريع الميثان الحيوي يمكن تنفيذها ودخولها حيز التشغيل خلال فترات زمنية قصيرة (1-3 سنوات).

الجدول 3-3: عمليات الاستحواذ والشراكة التي قامت بها شركات الطاقة العالمية خلال 2020-2025

المشتري	البائع / الشريك	الدولة	قيمة الصفقة	السنة	طبيعة الصفقة	المشروع / الوصف
Naturgy	ID Energy	إسبانيا	500 مليون يورو	2025	شراكة	تطوير 20 مشروعاً للميثان الحيوي في إسبانيا بقدرة 1600 جيجاواط ساعة سنوياً، على أن تكون قيد التشغيل 2026-2028
Shell	Hashog Biogas	الدنمارك	غير معلنة	2025	استحواذ	استحواذ على مرافق قائمة لإعادة تطويرها وتحديثها لإنتاج الميثان الحيوي
Naturgy	Hispania Silva	إسبانيا	غير محدد	2025	شراكة	تحالف لبناء ما يصل إلى 30 محطة ميثان حيوي في إسبانيا قبل عام 2030
BP	BP Bunge Bioenergia	البرازيل	1.4 مليار دولار	2024	استحواذ	إتمام الاستحواذ على حصة 50% المتبقية للسيطرة الكاملة على الشركة الرائدة في البرازيل
Naturgy	Recycle	إسبانيا	غير معلنة	2024	استحواذ	الاستحواذ على حصة في الشركة لضمان سلاسل إمداد النفايات العضوية لمشاريعها
Repsol	Genia Bioenergy	إسبانيا	غير معلنة	2024	استحواذ	الاستحواذ على حصة 40% في شركة Genia Bioenergy والتي تشمل 19 محطة للميثان الحيوي قيد التطوير، و11 محطة في مراحل تطوير أولية
Nordic St1	Biokraft(السويد) و St1 Biogas Assets	السويد	غير معلنة	2024	دمج	دمج كامل لشركة Biokraft مع أصول St1 لتشكيل أكبر منتج للميثان الحيوي في شمال أوروبا
TotalEnergies	Vanguard Renewables	الولايات المتحدة	غير معلنة	2024	شراكة	شراكة استراتيجية لتطوير وتشغيل 10 مشاريع لإنتاج الميثان الحيوي في الولايات المتحدة، بقدرة إنتاجية تصل إلى 0.8 تيراواط-ساعة بحلول 2025
Vitol	BioMethane Partners	الولايات المتحدة	غير معلنة	2024	استحواذ	الاستحواذ على شركة BioMethane Partners لتطوير مشاريع الميثان الحيوي والغاز الحيوي المسال (Bio-LNG)
TotalEnergies	Polska Grupa Biogazowa (PGB)	بولندا	غير معلنة	2023	استحواذ	الاستحواذ على شركة PGB، المطور والمشغل الأكبر للغاز الحيوي في بولندا، بطاقة إنتاجية تصل إلى 0.4 تيروات-ساعة سنوياً من الميثان الحيوي

المشتري	البائع / الشريك	الدولة	قيمة الصفقة	السنة	طبيعة الصفقة	المشروع / الوصف
TotalEnergies	Ductor	فنلندا	غير معلنة	2023	استحواذ	الاستحواذ على شركة Ductor المتخصصة في تكنولوجيا معالجة المخلفات العضوية عالية النيتروجين لإنتاج الغاز الحيوي.
Shell	Nature Energy	الدانمارك	2 مليار دولار	2023	استحواذ	الاستحواذ على شركة Nature Energy، الرائدة في تطوير وتشغيل مرافق الغاز الحيوي والميثان الحيوي في أوروبا
Marathon Petroleum	LF Bioenergy	الولايات المتحدة	50 مليون دولار	2023	استحواذ	الاستحواذ على حصة 49% في شركة LF Bioenergy، المطور الأمريكي الناشئ لمشاريع الميثان الحيوي من مدافن النفايات
Varo Energy	Bio Energy Groenvorden BV	هولندا	غير معلنة	2023	استحواذ	الاستحواذ على شركة Bio Energy Groenvorden بهدف توسيع محفظة إنتاج الغاز الحيوي والميثان الحيوي في هولندا
Varo Energy	Renewable Energy Services BV	هولندا	غير معلنة	2023	استحواذ	الاستحواذ على شركة Renewable Energy Services لإضافة قدرة إنتاجية تصل إلى 1 تيراواط-ساعة سنوياً من الميثان الحيوي
BP	Archaea Energy	الولايات المتحدة	4.1 مليار دولار	2022	استحواذ	الاستحواذ على شركة Archaea Energy لتطوير وتشغيل مرافق إنتاج الغاز الطبيعي المتجدد من مدافن النفايات عبر الولايات المتحدة، بإنتاج يقارب 400 مليون قدم مكعب يومياً من الميثان الحيوي
Chevron	Beyond6	الولايات المتحدة	غير معلنة	2022	استحواذ	الاستحواذ على شركة Beyond6 وتوسيع شبكة محطات الغاز الطبيعي المتجدد في كاليفورنيا.
Naturgy	Elena Bioenergy	إسبانيا	غير معلن	2021	استثمار مباشر	تشغيل أول محطة ميثان حيوي، مع حقن الغاز مباشرة في الشبكة الإسبانية
Shell	RNG Junction City	الولايات المتحدة	غير معلن	2021		بدء تشغيل منشأة كبرى لإنتاج الغاز الطبيعي المتجدد من مزارع الألبان لخدمة قطاع النقل
BP	Clean Energy	الولايات المتحدة	غير معلنة	2021	شراكة	مشروع مشترك لتطوير وتشغيل مشاريع الغاز الطبيعي المتجدد في المزارع الزراعية، بما في ذلك مزارع الألبان، مع شراء حصة في شركة Clean Energy تبلغ 20%
BP	Gaselec	المملكة المتحدة	غير معلنة	2021	استحواذ	الاستحواذ على حصة 28.75% في شركة Gaselec، أكبر مزود للغاز الحيوي المستخدم في النقل في بريطانيا
TotalEnergies	Fonroche Biogaz	فرنسا	غير معلنة	2021	استحواذ	الاستحواذ على شركة Fonroche Biogaz، المطور الفرنسي لمشاريع الغاز الحيوي، وتشغيل 30 محطة في أوروبا وإفريقيا وأمريكا الجنوبية
TotalEnergies	Clean Energy	الولايات المتحدة	400 مليون دولار	2021	استحواذ	الاستحواذ على حصة 50% في شركة Clean Energy لتسريع تطوير مشاريع الغاز الطبيعي المتجدد في الولايات المتحدة، مع هدف الوصول إلى 15% من سوق الوقود منخفض الكربون.
ENI	FRI-EL Biogas Holding	إيطاليا	غير معلنة	2021	استحواذ	الاستحواذ على شركة FRI-EL Biogas التي تمتلك وتشغل محطات غاز حيوي متعددة في إيطاليا، وتشمل إنتاج الكهرباء من الغاز الحيوي ومعالجة الغاز الحيوي لإنتاج الميثان الحيوي.
Chevron	Brightmark LLC	الولايات المتحدة	غير معلنة	2020	استثمار مباشر	استثمار في شركة Brightmark لتطوير وتشغيل أنظمة إدارة الغاز الطبيعي المتجدد من مدافن النفايات، ومخلفات المزارع
Chevron	California Bioenergy LLC & CalBio	الولايات المتحدة	غير معلنة	2020	شراكة	شراكة استراتيجية للاستثمار في مشاريع الغاز الحيوي الزراعي في كاليفورنيا، بما في ذلك منشآت هضم لاهوائي

المصدر: من تجميع الباحث استناداً إلى بيانات الشركات المطورة ([45]،[46]،[47]،[48]،[49])

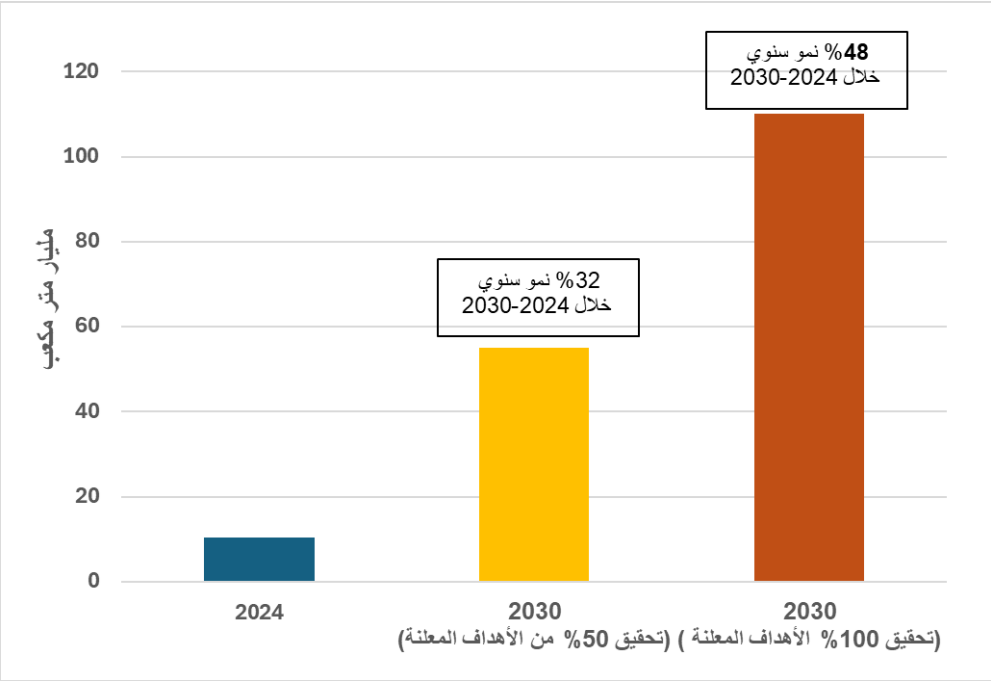
3-4: آفاق إنتاج الميثان الحيوي

تعد السياسات الحالية التي تبنتها العديد من الدول في أوروبا وآسيا والأمريكيتين، وكذلك شركات الطاقة العالمية، داعمة لنمو قطاع الغازات الحيوية خلال السنوات المقبلة. فبفضل تلك السياسات، انتقلت الغازات الحيوية من مجرد حل بيئي ثانوي إلى أحد أدوات دعم الأمن الطاقي.

وبناءً على رصد الأهداف الرسمية المعلنة على مستوى الدول والتكتلات الدولية، فإن مجموع تلك الطموحات الحكومية يصل إلى 109 مليار متر مكعب سنوياً من الميثان الحيوي بحلول عام 2030. وإن تحققت هذه الطموحات، فستحدث قفزة هائلة في إنتاج الميثان الحيوي تصل إلى عشرة أمثال الإنتاج عام 2024. وبعبارة أخرى، فإن تحقيق تلك الأهداف يتطلب نمواً سنوياً مركباً 48% خلال الفترة 2024-2030. لكن بالنظر إلى وتيرة المشروعات الحالية، تظل هذه الأهداف "طموحة للغاية"، حيث تشير تقديرات وكالة الطاقة الدولية (IEA) في سيناريو التعهدات المعلنة (APS) إلى إمكانية تحقيق 67 مليار متر مكعب فقط، الأمر الذي يكشف عن فجوة تنفيذية تستوجب تحركاً جذرياً في الحوافز الاستثمارية.

وعلى سبيل المقارنة الواقعية، فإن تحقيق نحو 50% فقط من الأهداف المعلنة للحكومات والتكتلات الإقليمية، يعني وصول الإنتاج العالمي من الميثان الحيوي إلى 54.5 مليار متر مكعب سنوياً بحلول عام 2030. ويتماشى هذا السيناريو المفترض بشكل كبير مع التوقعات المتحفظة لوكالة الطاقة الدولية، ويمثل نمواً سنوياً أقل تسارعاً تصل نسبته إلى 32% خلال الفترة 2024-2030، كما موضح بالشكل 3-8.

الشكل 3-8: آفاق نمو إنتاج الميثان الحيوي وفق الأهداف المعلنة بحلول عام 2030

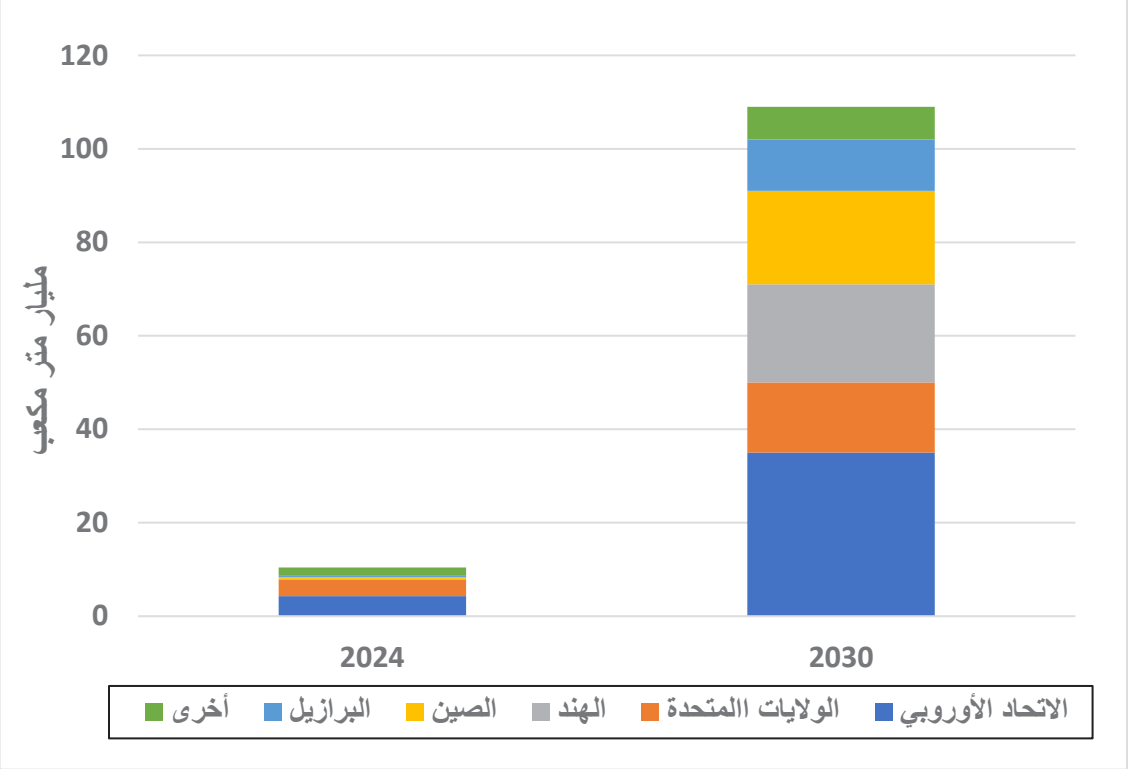


المصدر: الباحث

أما على مستوى الدول والتكتلات الدولية، فتعد أوروبا ذات الطموح الأعلى، إذ تمثل أهدافها المعلنة (35 مليار متر مكعب سنوياً)، ما يعادل نحو ثلث الطموح العالمي. تليها الهند بأهداف تصل إلى 21 مليار متر مكعب سنوياً عبر التوسع في إنتاج الميثان الحيوي المضغوط لخدمة قطاع النقل، والصين بـ 20 مليار متر مكعب سنوياً، ثم الولايات المتحدة بـ 15 مليار متر مكعب سنوياً، بينما تستهدف البرازيل 11 مليار متر مكعب سنوياً بحلول عام 2030.

يبين الشكل 3-9، أهداف إنتاج الميثان الحيوي في بعض الدول والتكتلات الدولية بحلول عام 2030، مقارنة بإنتاجها عام 2024.

الشكل 3-9: أهداف إنتاج الميثان الحيوي في بعض الدول والتكتلات الدولية بحلول عام 2030، مقارنة بإنتاجها عام 2024



المصدر: الباحث استناداً إلى الأهداف المعلنة للدول والكيانات المبينة بالرسم

3-5: الدول العربية والغاز الحيوي

3-5-1: المشاريع القائمة للغاز الحيوي في الدول العربية

لا تزال تجربة الاستثمار في قطاع الغاز الحيوي في الدول العربية في مرحلة مبكرة. ومع ذلك، فقد قررت عدة دول الدخول في هذا المجال عبر مشاريع ريادية، إيماناً منها بالدور الذي يساهم به الغاز الحيوي في إدارة المخلفات على اختلاف وتنوع مصادرها، بغية تقليل الأثر البيئي، وتحويله إلى مصدر للطاقة الكهربائية. فعلى المستوى العربي، يوجد أكثر من عشرة مشاريع قيد التشغيل لإنتاج الغاز الحيوي موزعة في سبع دول هي الإمارات، ومصر، والأردن والسعودية، والجزائر، والمغرب وتونس، علاوة على حزمة مشاريع أخرى قيد الإنشاء والتخطيط.

لكن من المهم التوضيح أن بعض هذه المشاريع لم يتم تنفيذه من الأساس بغرض إنتاج الغاز الحيوي، وإنما جاء كعملية مساعدة في محطات معالجة مخلفات البلدية الصلبة والصرف الصحي، والرغبة في توفير قسم من الطاقة الكهربائية اللازمة في محطة المعالجة. وبخلاف المشاريع الكبرى، تنتشر وحدات الهضم اللاهوائي صغيرة الحجم على نطاق واسع في بعض المناطق الريفية لدى بعض الدول العربية مثل مصر.

تعد دولة **الإمارات** ذات تجربة رائدة في تنفيذ مشاريع الغاز الحيوي، بإجمالي ثلاثة مشاريع. حيث تشمل القائمة مشروع **"القصيص"** لغاز مدافن النفايات (تم تشغيله عام 2013)، ومشروع **"الروابي"** للغاز الحيوي (تم تشغيله عام 2021)، ومشروع **"ورسان"** لتحويل الغاز الحيوي إلى طاقة (تم تشغيله عام 2023).

يعد مشروع **"القصيص"** لاستخراج غاز الميثان من مكب النفايات في "دبي"، الأول من نوعه في منطقة الشرق الأوسط، وهو يقوم على استغلال الغاز الحيوي الناتج من مدفن النفايات التابع لبلدية دبي، والتي تستقبل نحو 5,000 طن يومياً من النفايات. وبحسب مخطط المشروع، يتم سحب نحو 6,000 متر مكعب/الساعة من الغاز الحيوي[50]، والذي يتم حرق جزء منه، والباقي يستخدم كوقود لتوليد الكهرباء لمحطة بقدرة 1 ميجاوات، مع خطط مستقبلية لرفع القدرة إلى 13.5 ميجاوات. أما من جانب الأثر البيئي، فيساهم المشروع في تجنب 300 ألف طن مكافئ من ثاني أكسيد الكربون سنوياً، حسب تقييم شركة Green Energy المطورة للمشروع. أما مشروع **"الروابي"**، فهو يعتمد على استغلال روث الأبقار في مزارع الروابي في دبي، بمعدل 150 طن يومياً، لإنتاج 5.1 مليون متر مكعب من الغاز الحيوي سنوياً. ويستخدم الغاز الحيوي في التوليد المشترك للكهرباء والحرارة بقدرة 1.3 ميجاوات. ويصل الإنتاج السنوي من الكهرباء إلى 11,046 ميجاوات ساعة، ومن الحرارة إلى 11,896

ميجاوات ساعة. أما من جانب الأثر البيئي، فيساهم المشروع في خفض نحو 7,000 طن سنوياً من ثاني أكسيد الكربون[51]. يوضح الشكل 3-10، المخطط العام لمشروع الروابي للغاز الحيوي.

الشكل 3-10: المخطط العام لمشروع الروابي للغاز الحيوي في دولة الإمارات



المصدر: شركة الروابي [52]

بينما يعد مشروع **"ورسان"** لتحويل الغاز الحيوي إلى طاقة أحدث مشروع للغاز الحيوي في دول الإمارات، وتم تدشينه عام 2023 بقدرة 6 ميجاوات. وهو ينتج نحو 57 ألف متر مكعب يومياً من الغاز الحيوي لتوليد 121 ميجاوات ساعة من الكهرباء يومياً (44,250 ميجاوات ساعة سنوياً)، بما يغطي 50% من احتياجات محطة معالجة مياه الصرف الصحي. أما من جانب الأثر البيئي، فيساهم المشروع في تخفيض نحو 31 ألف طن سنوياً من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون [53].

أما في **الأردن**، فيوجد مشروعان للغاز الحيوي، الأول لتحويل نفايات مكب "الغباوي" في منطقة عمان إلى غاز حيوي، والذي تم إطلاقه رسمياً عام 2019. وهو يستقبل 4,300 طن يومياً من النفايات، والتي يتم معالجتها لتوليد 4.68 ميجاوات من الكهرباء وربطها على الشبكة. أما من جانب الأثر البيئي، فيساهم في إزاحة 175 ألف

طن مكافئ من ثاني أكسيد الكربون[54]. أما المشروع الثاني فهو **"العقبة للغاز الحيوي"**، والذي تم تشغيله عام 2025 ضمن محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي بالعقبة بمعدل 40 ألف متر مكعب يومياً. حيث يستخدم الغاز الحيوي الناتج عن تحلل حمأة الصرف الصحي في توفير نحو 40% من احتياجات المحطة من الكهرباء.

وفي **مصر**، تبرز تجربة محطة **"الجبل الأصفر"** كأحد أضخم مشاريع الغاز الحيوي في المنطقة. فالمحطة انطلق تشغيلها عام 1998، ثم خضعت لعمليات توسعة لمعالجة 2.5 مليون متر مكعب يومياً من مياه الصرف الصحي. وينتج الغاز الحيوي عبر استخدام تقنية الهضم اللاهوائي للحمأة الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي، ويستخدم في محطة توليد مشترك لإنتاج كهرباء تغطي أكثر من 60% من احتياجات المحطة. أما من جانب الأثر البيئي، فتساهم المحطة في منع الانبعاث المباشر للميثان الناتج عن تحلل المخلفات العضوية في الحمأة[55]. كما توجد محطة **"أبو رواش"** لإنتاج الغاز الحيوي عبر معالجة نحو 2,000 طن يومياً من حمأة الصرف الصحي. ويستخدم الغاز الناتج في توليد الكهرباء والحرارة لتغطية جزء من احتياجات المحطة[56]. وبخلاف المحطات المركزية الكبرى، ينتشر في مصر عدد ضخم من وحدات الغاز الحيوي صغيرة الحجم في عدة مواقع زراعية وصناعية، وهي مخصصة للاستخدام الذاتي.

وفي **المغرب**، تبرز محطة RADEEMA لمعالجة مياه الصرف الصحي في مراكش، كنموذج ناجح يعمل منذ عام 2012 ويتم توسعته باستمرار. فالمحطة تقوم بمعالجة مياه الصرف للمدينة، وتستخدم الغاز الحيوي الناتج عن تخمير الحمأة لتوليد الكهرباء بقدرة تغطي نحو 50% من احتياجات المحطة. أما من جانب الأثر البيئي، فتساهم في خفض 12,000 طن سنوياً من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. كما توجد مشاريع مماثلة في مدن مثل "فاس" و"الرباط"، حيث تسعى المغرب لتعميم هذه التقنية في محطات المعالجة الجديدة لرفع كفاءة إدارة النفايات وتقليل الاعتماد على الطاقة المستوردة.

كما أن هناك مجموعة أخرى من المشـــاريع العاملة في الســـعودية (مثل محطتي "هيت" "و "أجيال")[57]، وهي تعتمد على الهضـم اللاهوائي لحمأة الصـرف الصـحي. وقد حققت هذه المشـــاريع نجاحاً في توفير الطاقة الكهربائية اللازمة لتشـــغيل محطات معالجة الصـرف الصـحي بنسبة تصل إلى أكثر من 40%. كما توجد مشاريع أخرى في الجزائر، وتونس، وهي تسـتهدف التخلص من النفايات (وأغلبها حمأة الصـرف الصـحي)، وإنتاج الغـاز الحيوي لتوفير احتيـاجـات المحطـة الـذاتيـة من الكهربـاء. يلخص الجـدول 3-4، المشاريع المنتجة للغاز الحيوي في الدول العربية.

الجدول 3-4: المشاريع المنتجة الغاز الحيوي في الدول العربية، ونوع المادة العضوية المستخدمة

الدولة	اسم المحطة /المشروع	سنة التشغيل	نوع المادة العضوية	حجم النفايات / إنتاج الغاز الحيوي	القدرة الكهربائية
الإمارات	مركز ورسان (دبي)	2023	حمأة الصرف الصحي	57 ألف متر مكعب يومياً من الغاز الحيوي	6 ميجاوات
	القصيص (دبي)	2013	غاز مدافن(LFG)	6000 متر مكعب في الساعة من الغاز الحيوي	13.5 ميجاوات
	الروابي (دبي)	2021	روث أبقار	5.1 مليون متر مكعب سنويا من الغاز الحيوي	1.3 ميجاوات
مصر	الجبل الأصفر	2018	حمأة الصرف الصحي	2.5 مليون متر مكعب يومياً من مياه الصرف	14.6 ميجاوات
	أبورواش	1998 ثم توسعات لاحقة	حمأة الصرف الصحي	2,000 طن يوميا من لنفايات	تغطية 40% من احتياجات المحطة
الأردن	الغباوي (عمان)	2019	غاز المدافن	4,300 طن يوميا من لنفايات	4.68 ميجاوات
	محطة العقبة	2025	حمأة الصرف الصحي	40 ألف متر مكعب يومياً من مياه الصرف	تغطية 40% من احتياجات المحطة
المغرب	محطة (RADEEMA)	2012	حمأة الصرف الصحي	غ. م	تغطية 50% من احتياجات المحطة
السعودية	مشروع الإحساء "تحويل غاز النفايات إلى كهرباء)	2021	غاز النفايات	غ.م	0.56 ميجاوات
	محطة هيت	2024	حمأة الصرف الصحي	غ.م	تغطية 46% من احتياجات المحطة (2.8 ميجاوات ساعة)
	محطة أجياد	2024	حمأة الصرف الصحي	غ.م	تغطية 30% من احتياجات المحطة (0.6 ميجاوات ساعة)
الجزائر	مديونة (قسنطينة)	2021	غاز مدافن (LFG)	معالجة نفايات البلدية	1 ميجاوات
تونس	تبرسق (باجة)	2018	مخلفات زراعية	مشروع نموذجي ريادي	0.1 ميجاوات

المصدر: من تجميع الباحث استناداً إلى البيانات الرسمية للمشاريع

3-5-2: مقومات ودوافع الاستثمار في مشاريع الغاز الحيوي والميثان الحيوي

تتوافر لدى الدول العربية عدة عوامل ومقومات كثيرة تمكنها من الاستثمار بنجاح في مشاريع الغاز الحيوي وكذلك ترقيته إلى الميثان الحيوي، وأبرزها:

- **استراتيجيات وطنية لتحول الطاقة وتقليل الانبعاثات**

وضعت معظم الدول العربية خططاً واضحة لتعزيز أمن الطاقة وتقليل الانبعاثات، في ظل التحديات العالمية المتزايدة. ولا شك أن الغاز الحيوي يمكن أن يُشكّل ركيزة أساسية في دعم هذه الخطط والاستراتيجيات، من خلال توفير مصدر طاقة منخفض الكربون، يتكامل مع جهود تنويع مصادر الطاقة وتعزيز تكامل الشبكات. كما أن إنتاج الميثان الحيوي يمكن استغلاله في إنجاز التعهدات الدولية الخاصة بالتخلص من انبعاثات الميثان، والتي وقعت عليها بعض الدول العربية.

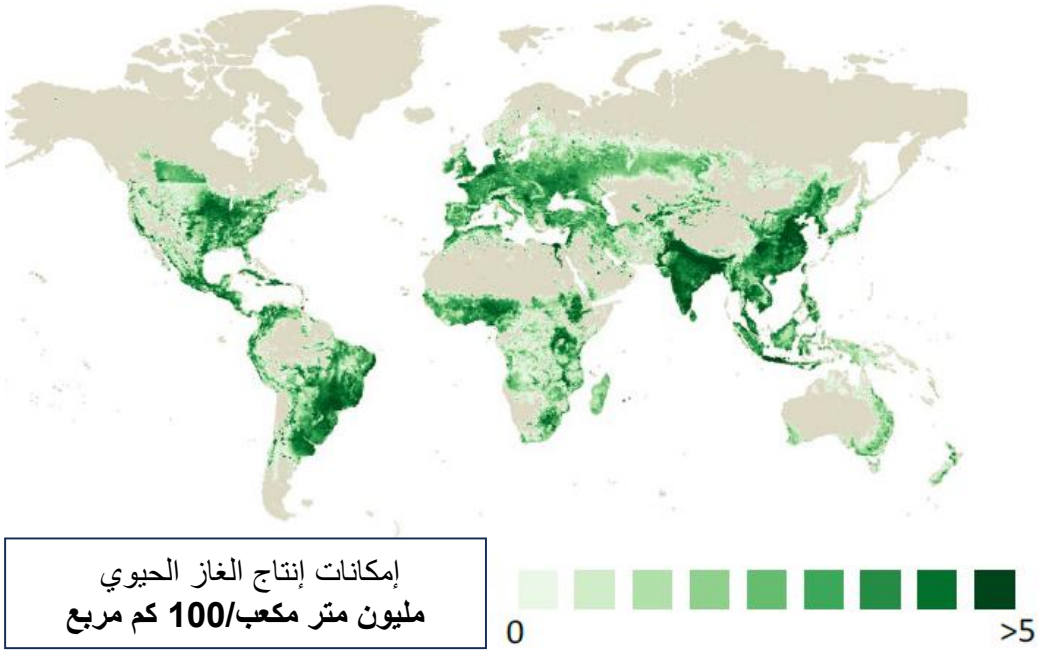
- **حجم النفايات المتزايد**

تعد إدارة المخلفات من القضايا الاستراتيجية الملحة في الدول العربية، لا سيما في ظل تسارع معدلات النمو السكاني والنشاط الاقتصادي. وتمتلك بعض الدول، وفي مقدمتها مصر، قطاعاً زراعياً واسعاً يولّد كميات ضخمة من المخلفات العضوية التي يمكن استغلالها بفاعلية في إنتاج الغاز الحيوي.

وبناءً على الخريطة الموضحة بالشكل 3-11، والتي تعتمد على قواعد بيانات عدة منظمات دولية (منظمة WRI، منظمة HydroWaste ومنظمة FAO، ووكالة الطاقة الدولية IEA). يمكن استنتاج أن بعض الدول العربية تمتلك إمكانات واعدة لإنتاج الغاز الحيوي. حيث تتصدر مصر قائمة الدول العربية من حيث الإمكانات التي تتركز في منطقتي الدلتا ووادي النيل بكثافة 5 مليون متر مكعب لكل 100 كيلومتر مربع.

كما تأتي المغرب في مرتبة متقدمة أيضـــاً بإمكانات تصـــل إلى 5 مليون متر مكعب لكل 100 كيلومتر مربع في مناطقها الزراعية. بينما تتراوح كثافة الإنتاج بين 3 و4 مليون متر مكعب لكل 100 كيلومتر مربع، وذلك في المناطق الشـمالية لكل من تونس والجزائر، بالإضـــافة إلى حوضـــي دجلة والفرات في العراق. وهذه الإمكانات، تفتح آفاقاً واســـعة للاســـتثمار في هذا القطاع لتعزيز أمن الطاقة، وتحقيق مســـتهدفات الاستدامة البيئية.

الشكل 3-11: التوزيع الجغرافي لقدرات إنتاج الغاز الحيوي (متر مكعب لكل 100 كم مربع) عالمياً



المصدر: وكالة الطاقة الدولية بناء على بيانات WRI و FAO و Hydro Waste

- **وجود شبكات نقل وتوزيع متطورة للغاز الطبيعي**

تتوافر في الدول العربية بنى تحتية واســـعة ومتطورة لنقل وتوزيع الغاز من مناطق إنتاجه وحتى القطاعات الرئيسية المستهلكة له. ومن ثم فإنه يمكن دمج منشآت الغاز الحيوي بعد ترقيته إلى الميثان الحيوي، ضـــمن تلك البنى التحتية، الأمر الذي سيقلل من الاستثمارات الرأسمالية المطلوبة.

- **التكامل والتعاون مع شركات الطاقة العالمية**

لدى الكثير من شـركات الطاقة العربية وبالأخص المُنتجة للنفط والغاز علاقات اسـتراتيجية وطيدة مع شـركات الطاقة العالمية مثل BP البريطانية، و Eni الإيطالية، وTotalEnergies الفرنسية وغيرها. وهذه الشركات باتت تولي اهتماماً كبيراً بقطاع الغاز الحيوي ضمن استراتيجياتها في السنوات الأخيرة لتقليل البصمة الكربونية. كما أصبح لديها معرفة تقنية بالقطاع وخبرات مكتسبة من تشغيل عدة مشاريع منتشرة في عدة أسواق. ومن هذا المنطلق، وعلى أساس المصلحة لكل الأطراف، تستطيع الكيانات الوطنية العربية إبرام مذكرات تفاهم وشراكة مع هذه الشركات لدراسة تنفيذ مشاريع للميثان الحيوي، للاستفادة من خبراتها، وضمان تحقيق الجدوى الاقتصادية من التنفيذ.

- **الخبرة الفنية والمؤسسية في مجال الطاقة**

لدى الدول العربية تاريخ عريق في صـــناعة النفط والغاز، ولديها شـــركات وطنية عريقة لديها خبرات فنية ومؤسسية تراكمية. وتلك الخبرات يمكن استغلالها في تنفيذ مشـــاريع الميثان الحيوي، عبر ربطه على الشـبكة المحلية أو اسـتخدامه بشـكل مباشر في توليد الكهرباء أو كوقود لقطاع النقل.

الخاتمة والاستنتاجات

تعد الغازات الحيوية (الغاز الحيوي والميثان الحيوي) أحد المسارات العملية والمرنة لدعم التحول نحو منظومة طاقة منخفضة الكربون، ليس بوصفها مصدراً متجدداً للطاقة فقط، بل كذلك كأداة فعّالة لإدارة المخلفات العضوية وتقليل انبعاثات غاز الميثان. ويكتسب هذا الدور أهمية متزايدة في ظل التوجهات الدولية الرامية إلى خفض انبعاثات الميثان ضمن ما يعرف بالتعهد العالمي للميثان، إلى جانب تحقيق أهداف الحياد الكربوني خلال العقود المقبلة.

- **مصادر المادة العضوية المستخدمة في إنتاج الغاز الحيوي**

يعتمد إنتاج الغاز الحيوي على الهضم اللاهوائي للمادة العضوية الموجودة في المخلفات الزراعية والصناعية والبلدية. وبحسب ما أوضحته الدراسة، هناك تباين واضح في هيكل المواد الأولية المستخدمة في إنتاج الغاز الحيوي والميثان الحيوي بين مناطق العالم، وهو تباين يعكس الخصائص الاقتصادية والزراعية والتنظيمية لكل منطقة، ويؤثر بصورة مباشرة في طبيعة المشروعات، وتكلفتها، وأنماط استخدامها النهائي. فأمريكا الشمالية تميل بدرجة أكبر إلى الاعتماد على مخلفات البلدية الصلبة، وحمأة الصرف الصحي، ومخلفات مدافن النفايات، إضافة إلى مخلفات الصناعات الغذائية، ويعود ذلك إلى عدة عوامل أبرزها: ارتفاع معدلات إنتاج النفايات الحضرية، وتطور أنظمة جمع ومعالجة النفايات، ووجود أطر تنظيمية تشجع على التقاط الميثان من المدافن واستخدامه ضمن برامج الوقود منخفض الكربون، خاصة في قطاع النقل. في المقابل، تعتمد أوروبا بدرجة أكبر على المخلفات الزراعية والروث الحيواني، إضافة إلى الهضم المشترك بين المخلفات الزراعية والصناعية، ويعكس ذلك الطبيعة الزراعية الكثيفة في عدد كبير من الدول الأوروبية.

- **الإنتاج والاستهلاك العالمي من الغاز الحيوي والميثان الحيوي**

أبرزت الدراسة أن الإنتاج العالمي من الغاز الحيوي شهد نمواً متواصلاً خلال العقدين الماضيين، مدفوعاً بالتوسع في أوروبا وأمريكا الشمالية وآسيا، مع وصول الإنتاج العالمي إلى 49 مليار متر مكعب، وهو ما يعادل نحو 1% من الطلب العالمي على الغاز الطبيعي. **أما من حيث الاستخدام**، فقرابة 83% من الإنتاج العالمي من الغاز الحيوي، يستخدم كوقود في ثلاث قطاعات رئيسية وهي قطاع توليد الكهرباء، والقطاع الصناعي، والقطاع السكني. ويعد قطاع توليد الكهرباء المستهلك الأكبر، حيث يشكل نحو 50% من إجمالي الاستهلاك، يليه القطاع السكني بنسبة 25.2% ثم القطاع الصناعي بنسبة 7.4%. أما النسبة المتبقية (17%) فتمثل استخدام الغاز الحيوي كمادة تغذية (لقيم) في محطات الترقية لإنتاج الميثان الحيوي، والذي يستخدم مباشرة كوقود في المركبات أو يضخ في شبكات نقل وتوزيع الغاز المحلية.

بينما سجل الميثان الحيوي نمواً أسرع من الغاز الحيوي نفسه خلال السنوات الأخيرة، نتيجة التوسع في مشروعات الترقية وحقن الغاز في الشبكات، واستخدامه في قطاع النقل كوقود منخفض الكربون. ففي عام 2010، كانت حصة الميثان الحيوي لا تتجاوز 2% من استهلاك الغاز الحيوي عالمياً، وإنتاجه محصوراً في 16 دولة، بينما وصل الإنتاج العالمي إلى 10.4 مليار متر مكعب عام 2024، محققاً نمواً إجمالياً يقارب الـ 24 ضعفاً مقارنة بمستوياته عام 2010، مع اتساع رقعة النطاق الجغرافي ليشمل 40 دولة. **وتوصلت الدراسة** إلى أن أوروبا لا تزال تتصدر الإنتاج العالمي للميثان الحيوي، سواء من حيث عدد المحطات أو حجم الإنتاج، بفضل سياسات داعمة طويلة الأمد، في حين تشهد الولايات المتحدة نمواً متسارعاً مدفوعاً بسوق الغاز الطبيعي المتجدد واستخدامه في النقل الثقيل. كما بدأت بعض الدول الآسيوية في تعزيز استثماراتها في هذا القطاع، خاصة في المناطق ذات الكثافة السكانية المرتفعة وما يرتبط بها من نمو في المخلفات البلدية.

- **الجوانب الاقتصادية والبيئية للغاز الحيوي والميثان الحيوي**

أبرزت الدراسة أن القيمة الحقيقية لمشاريع الغاز الحيوي لا تقتصر على العائد المباشر من بيع الطاقة (سواء كهرباء مولدة باستخدام الغاز الحيوي في وحدات التوليد المشترك أو الميثان الحيوي بعد ترقية الغاز الحيوي)، بل تمتد إلى ما يمكن تسميته بـ"العائد البيئي والاقتصادي والاجتماعي المركب". فمن الناحية البيئية، يساهم تجنب تسرب الميثان الناتج عن تحلل المخلفات الزراعية والبلدية والصناعية وتحويله إلى طاقة في الحد من انبعاثات أحد أقوى غازات الدفيئة، كما يسهم في تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، وخفض كثافة الانبعاثات في قطاعات مثل توليد الكهرباء والنقل. كما بينت الدراسة أن استخدام مخلفات الهضم (Digestate) كسماد عضوي يعزز من الاقتصاد الدائري، ويقلل من الحاجة إلى الأسمدة الصناعية، الأمر الذي ينعكس إيجاباً على خفض الانبعاثات غير المباشرة المرتبطة بصناعة الأسمدة.

أما من الجانب الاقتصادي، فتتحسن الجدوى الاقتصادية بشكل ملحوظ في حال توافر مخلفات ذات عائد مرتفع من الميثان، أو في حال وجود حوافز تنظيمية مثل تعرفة التغذية، أو نظم شهادات الكربون. كما أن نماذج الهضم المشترك والمحطات المركزية أسهمت في تحسين اقتصاديات الحجم وخفض تكلفة الوحدة المنتجة.

- **السياسات والاستراتيجيات الدولية الداعمة**

أظهرت الدراسة أن تطور قطاع الغاز الحيوي عالمياً لم يكن ليتحقق دون وجود أطر تنظيمية واضحة، وحوافز اقتصادية داعمة. ففي أوروبا، لعبت أهداف الطاقة المتجددة، وآليات تسعير الكربون، وقضايا أمن الطاقة دوراً محورياً في تحفيز الاستثمار. وفي أمريكا الشمالية، ساهمت برامج معايير الوقود منخفض الكربون، والاعتمادات الضريبية في تعزيز سوق الميثان الحيوي.

كما تبنت بعض الدول الآسيوية استراتيجيات لدمج الغاز الحيوي ضمن خطط إدارة النفايات وتحقيق أمن الطاقة المحلي، خاصة في المناطق الريفية. وأبرزت الدراسة أن المقارنة بين مناطق العالم تبين أن وضوح الأهداف الوطنية، واستمرارية الدعم، وتكامل السياسات بين قطاعات الطاقة والبيئة والزراعة، تمثل عناصر أساسية لنجاح القطاع.

- **توقعات إنتاج الميثان الحيوي بحلول 2030**

توصلت الدراسة إلى أن آفاق نمو إنتاج الميثان الحيوي عالمياً ترتبط بشكل وثيق بالأهداف المعلنة في الخطط الوطنية للطاقة والمناخ، خاصة في الاتحاد الأوروبي وأمريكا الشمالية. وبحسب تقديرات الدراسة، فهناك إمكانية لنمو الإنتاج العالمي بعشرة أمثال الإنتاج الحالي في حال تنفيذ الأهداف المعلنة بالكامل ليصل إلى 109 مليار متر مكعب بحلول عام 2030، أو خمسة أمثاله في حال تحقيق 50% من المستهدف. إلا أن **الدراسة شددت على أن** تحقيق هذه الأهداف يتطلب معالجة عدد من التحديات، أبرزها ضمان استدامة سلاسل الإمداد من المخلفات، وتطوير تقنيات الترقية لخفض التكلفة، وتبسيط الإجراءات التنظيمية الخاصة بربط المشروعات بشبكات الغاز. كما أن استقرار السياسات والحوافز يمثل عاملاً حاسماً في جذب الاستثمارات طويلة الأجل.

- **الغاز الحيوي في الدول العربية والدوافع للاستثمار**

توصلت الدراسة إلى أن الدول العربية تمتلك مقومات ودوافع يمكن البناء عليها لتطوير قطاع الغاز الحيوي، تشمل وفرة المخلفات الزراعية والبلدية، والنمو السكاني والحضري الذي يؤدي إلى زيادة كميات النفايات، إضافة إلى توافر بنية تحتية متطورة للغاز الطبيعي في عدد من الدول، ما يتيح إمكانية حقن الميثان الحيوي في الشبكات

القائمة. كما أن التزامات العديد من الدول العربية بخفض الانبعاثات (وبالأخص الميثان) وتحقيق مستهدفات الاستدامة توفر دافعاً إضافياً للاستثمار في هذا القطاع. ويمكن للغاز الحيوي أن يسهم في معالجة تحديات إدارة النفايات، وتقليل الانبعاثات من مرادم النفايات، وتعزيز أمن الطاقة المحلي، خاصة في المناطق الريفية أو الصناعية.

في المقابل، يتطلب تطوير القطاع في الدول العربية وضع أطر تنظيمية واضحة، وتوفير حوافز استثمارية، إضافة إلى بناء القدرات الفنية وتعزيز الشراكات مع الشركات العالمية ذات الخبرة. كما أن تبني نماذج تجارية مبتكرة، مثل الشراكات بين القطاعين العام والخاص، يمكن أن يسرّع من وتيرة التنفيذ.

التوصيات والإجراءات المقترحة

لضمان نجاح مشاريع تطوير الغاز الحيوي وتعزيز دوره كأداة لإدارة النفايات، وتوفير مصدر للطاقة منخفضة الكربون، والحد من انبعاثات الميثان، فإن الدراسة توصي بتطبيق حزمة من الإجراءات ذات أبعاد سياسية وتشريعية وفنية واستراتيجية وذلك على النحو التالي:

➢ الإجراءات السياسية والتشريعية

- **استمرار وضع أطر تنظيمية واضحة:** صياغة سياسات وتشريعات وطنية تشجع على إنتاج واستخدام الغاز الحيوي والميثان الحيوي، مع تقديم حوافز ضريبية أو دعم مالي للمستثمرين الراغبين في دخول هذا النشاط.
- **إدراج الغاز الحيوي في خطط الطاقة:** دمج مشاريع الغاز الحيوي ضمن الاستراتيجيات الوطنية للطاقة المتجددة والمساهمات المحددة وطنياً (NDCs) لخفض الانبعاثات.
- **تفعيل معايير إدارة النفايات:** تطبيق قوانين صارمة تمنع الحرق المكشوف للمخلفات الزراعية أو الدفن غير الصحي للنفايات البلدية. على أن يتم توجيه تلك المخلفات في وحدات الهضم اللاهوائي، لاستغلالها في إنتاج الغاز الحيوي.

➢ الإجراءات الفنية والتكنولوجية

- **الاستثمار في تقنيات "الترقية" (Upgrading):** من خلال تشجيع التحول من إنتاج الغاز الحيوي التقليدي إلى "الميثان الحيوي" الأعلى قيمة لتمكين حقنه في شبكات الغاز القائمة.
- **دعم البحث والتطوير:** التركيز على تحسين كفاءة أجهزة الهضم لزيادة الإنتاجية، وتحسين ناتج الميثان.

- **تعظيم الاستفادة من المنتجات الثانوية:** التوسع في استخدام "مخلفات الهضم" (Digestate) كسماد عضوي بديلاً عن الأسمدة الكيماوية، مما يعزز الاقتصاد الدائري في القطاع الزراعي.

➢ التوصيات الاقتصادية والاستثمارية

- **تشجيع الشراكات بين القطاعين العام والخاص:** تحفيز القطاع الخاص على الدخول في مشاريع معالجة النفايات وإنتاج الطاقة من خلال مشاريع استثمارية.
- **الاستفادة من أسواق الكربون:** تمويل مشاريع الغاز الحيوي عبر إصدار شهادات خفض الكربون (Carbon Credits) نظراً لدور هذه المشاريع في تقليل انبعاثات الميثان.
- **تطوير المشاريع الصغيرة والمتوسطة:** دعم إنشاء وحدات غاز حيوي صغيرة في المناطق الريفية والقرى لتمكين المجتمعات المحلية من تحقيق الاكتفاء الذاتي من الطاقة.

➢ التوصيات الإقليمية (للدول العربية)

- **التعاون العربي:** تبادل الخبرات والتجارب الناجحة بين الدول العربية في مجال استخدام الغاز الحيوي.
- **استغلال البنية التحتية القائمة:** دراسة إمكانية ربط محطات الميثان الحيوي الكبرى بشبكات نقل الغاز المحلية لتقليل تكاليف التوزيع.
- **التوعية والتدريب:** إطلاق برامج توعوية لأصحاب المصانع والمزارع حول الجدوى الاقتصادية والبيئية لتدوير المخلفات العضوية.

المراجع

[1] United States Environmental Protection Agency (EPA); Anaerobic Digester/Biogas System Operator Guidebook"; November 2020.

[2] IEA Energy Technology Network;" A Joint Study by IEA Bioenergy Task 40 and Task 37"; September 2014.
https://www.iea-biogas.net/files/daten-redaktion/download/Technical%20Brochures/biomethane-status-2014.pdf

[3] Inoplex, Energy in Biogas, available at:
https://inoplex.com.au/information/how-much-energy-is-in-biogas/#:~:text=One%20cubic%20meter%20of%20natural,of%2021.5%20MJ%20per%20Nm3.

[4] Biogas Portal Info;" Guide to Biogas: from production to use"; supported by German Federal Ministry of Food, Agriculture, and Consumer Protection.

[5] The Official Information Portal on Anaerobic Digestion, Feedstocks.
Available at: https://www.biogas-info.co.uk/about/feedstocks/

[6] University of Southampton; Bio Energy and Organic Resources Research Group;" Database of crop methane potentials".
Available at: https://borrg.soton.ac.uk/resources/database/

[7] IEA Bioenergy: T37;" Biogas Production and Utilisation", 2005.

[8] University of California Davis (UCDAVIS);" Biogas Production Technologies"; June 2012.

[9] ClarkeEnergy;" Using Biogas for Combined Heat and Power"; 2012.
https://www.clarke-energy.com/2012/using-biogas-for-combined-heat-and-power/

[10] https://www.clarke-energy.com/applications/biogas/

[11] نفس المصدر رقم 4.

[12] نفس المصدر رقم 7.

[13] Dynamic Biogas;" Simplified Diagram: How does a biogas plant work?, available at :
https://dynamicbiogas.com/proces-produkcji/uproszczony-schemat/
[14] Biogas Association;" Digestate as driver of the Agroecological Transition in Europe"; April 6, 2022.

https://www.europeanbiogas.eu/news/digestate-as-driver-of-the-agroecological-transition-in-europe/

[15] نفس المصدر رقم 5

[15] Anaerobic Digestion Portal;" What is Digestate? Find Out More About This Natural Fertilizer"; July 2020, 2022.
https://anaerobic-digestion.com/digestate/

[17] US EPA (United States Environmental Protection Agency);" Anaerobic Digester/Biogas System Operator Guidebook"; November 2020.

[18] IEA Bio Energy;" Process Monitoring in Biogas Plant: Technical Brochure"; 2013.

[19] The Coalition of Renewable Natural Gas and Guidehouse; "RNG Market Today: A Primer"

[20] California Biomass Collaborative. January 2017. Renewable Energy Resource, Technology, and Economic Assessments. Appendix H—Task 8: Comparative Assessment of Technology Options for Biogas Clean-Up. CEC-500-2017-007-APH.
https://cwec.ucdavis.edu/wp-content/uploads/03-16-2017-CEC-500-2017-007.pdf

[21] Jemena Gas Network;" Malabar Biomethane Injection Project (MBIP): Commissioning Report"; June 2015.

[22] Prodeval;" CN'GREEN - CNG distribution station"; Available at:
https://www.prodeval.com/en/ngv-natural-gas-vehicle/cngreen-stations

[23] Bioenergy Insight;" Wärtsilä to build major bio-LNG plant in Germany"; April 27, 2025.
https://www.bioenergy-news.com/news/wartsila-to-build-major-bio-lng-plant-in-germany/

[24] Bioenergy Insight, "King of the Netherlands opens country's first bio-LNG plant"; Oct 15, 2021.
https://www.bioenergy-news.com/news/king-of-the-netherlands-opens-countrys-first-bio-lng-plant/

[25] Bioeconomy News;" Shell starts bio-LNG production on the Rhine"; May 13, 2024.
https://biooekonomie.de/en/news/shell-starts-bio-lng-production-rhine

[26] Offshore Energy;" Dutch project for producing bio-LNG awarded $4.8M in funding"; December 13, 2021.
https://www.offshore-energy.biz/dutch-project-for-producing-bio-lng-awarded-4-8m-in-funding/

[27] Biogas Market Place;" G / Biomethane Tube Trailer 4650m3 capacity"; available at:
https://www.biogasmarketplace.co.uk/product/cng-biomethane-tube-trailer-4650m3-capacity-250-bar-next-periodic-inspection-2034-copy/
[28] World Biogas Association; "Global potential of biogas"; June 2019.

[29] نفس المصدر السابق

[30] EBA;" EBA Statistical Report 2025"; December 10, 2025.
https://www.europeanbiogas.eu/news/eba-statistical-report-2025/#:~:text=The%20report%20reveals%20modest%20growth,plants%20producing%20electricity%20and%20heat.

[31] https://www.rngcoalition.com/infographic

[32] Bioenergy Insight:" RNG Coalition celebrates 500 operational RNG facilities across North America"; June 19, 2025.
https://www.bioenergy-news.com/news/rng-coalition-celebrates-500-operational-rng-facilities-across-north-america/

[33] Bioenergy;" ENGIE Mexico signs agreement to promote biomethane projects in Nuevo Leon"; June 7, 2024.
https://www.bioenergy-news.com/news/engie-mexico-signs-agreement-to-promote-biomethane-projects-in-nuevo-leon/#:~:text=ENGIE%20Mexico%27s%20biomethane%20projects%20will,of%20many%20achievements%20to%20come.%22

[34] IDC;" 31 Jan New energy plant launched in Cape Town"; Januay 25, 2017
https://www.idc.co.za/new-energy-plant-launched-in-cape-town/

[35] US EIA: Office of Critical Minerals and Energy Innovation"; Natural Gas Vehicles.
https://afdc.energy.gov/vehicles/natural-gas

[36] The Transport Project;" Close to 1,400 Natural Gas Stations Set to Service Clean Transport Industry in 2026"; December 15, 2025.
https://transportproject.org/2025/12/15/close-to-1400-natural-gas-stations-set-to-service-clean-transport-industry-in-2026/

[37] برنامج الأمم المتحدة للبيئة، " تجاوز عصر النفايات: تحويل القمامة إلى موارد قابلة للاستخدام"، الموجز التنفيذي للوقعات العالمية لإدارة النفايات لعام 2024.

[38] RNG Coalition;" Understanding renewable natural gas"; March 2025.

[39] WBA;" Biogas Insight 1: Delivering the Global Methane Pledge"; 2022.

[40] BIP Europe;" Insights into the current cost of Biomethane Production from real industry data"; October 2023, prepared by task force 4.2.

[41] https://www.europeanbiogas.eu/news/commission-announces-groundbreaking-biomethane-target-repowereu-to-cut-dependence-on-russian-gas/

[42] European Commission;" Communication from the commission to the European parliament, the council, the european economic and social committee and the committee OF the regions: EU-wide assessment of the final updated national energy and climate plans Delivering the Union's 2030 energy and climate objectives"; May 25, 2025.
https://commission.europa.eu/document/download/97168210-2a5c-4d1a-9ed8-6a063e011537_en?filename=COM_2025_274_1_EN_ACT_part1_v6.pdf

[43] US EIA;" the U.S. National Blueprint for Transportation Decarbonization: A Joint Strategy to Transform Transportation"; 2023.
https://www.energy.gov/sites/default/files/2023-01/the-us-national-blueprint-for-transportation-decarbonization.pdf

[44] Ministry of Petroleum;" Government announces mandatory blending of Compressed Bio-Gas in CNG (Transport) & PNG (Domestic) segments of CGD Sector"; 25 NOV 2023.
https://www.pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=1979705&reg=3&lang=2

[45] Cedigaz;" Global Biomethane Market 2025 Assessment"; April 2025.

[46] Varo;" VARO acquires Renewable Energy Services (RES) and expands biogas trading capabilities across 10 European countries"; June 15, 2023
https://www.varopreem.com/en/news-and-media/articles/varo-acquires-renewable-energy-services-res-and-expands-biogas-trading-capabilities-across-10-european-countries/

[47] BioEnergy Insight;" Repsol acquires 40% stake in Genia Bioenergy"; April, 10, 2024.
https://www.bioenergy-news.com/news/repsol-acquires-40-stake-in-genia-bioenergy/

[48] Total Energies;" Poland: TotalEnergies Invests in Renewable Energies with Biogas and Solar Projects"; March, 6, 2023.
https://totalenergies.com/news/press-releases/poland-totalenergies-invests-renewable-energies-biogas-and-solar-projects

[49] TotalEnergies;" TotalEnergies and Vanguard Renewables, a Portfolio Company of BlackRock's Diversified Infrastructure Business, Join Forces to Develop Renewable Natural Gas in the United States"; April, 24, 2024
https://totalenergies.com/news/press-releases/totalenergies-and-vanguard-renewables-portfolio-company-blackrocks-diversified

[50] Global Methane;" Green Energy: Landfill Gas Capture and Utilization".
https://globalmethane.org/challenge/greenenergy.html

[51] Mele;" mele Biogas GmbH builds innovative biogas plant in the Middle East: Project Profile", November 2022.
https://www.german-energy-solutions.de/GES/Redaktion/EN/Publications/GermanEnergySolutions/2022/fs-res-vae.pdf?__blob=publicationFile&v=2

[52] https://alrawabidairy.com/sustainability/

[53] حكومة دبي، بلدية دبي،

[54] IDOM; " Using the Biogas of the Al-Ghabawi landfill for energy"; November 25, 2019.
https://www.idom.com/en/new/using-the-biogas-of-the-al-ghabawi-landfill-for-energy-commissioning-the-plant/#:~:text=landfill%20for%20energy.-,Commissioning%20the%20plant,degasification%20and%20power%20generation%20facilities.

[55] وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، الجهاز التنفيذي لمياه الشرب والصرف الصحي، "محطة معالجة الصرف الصحي بالجبل الأصفر"
https://capw.gov.eg/el-gabal-el-asfar #/

[56] [56] وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، الجهاز التنفيذي لمياه الشرب والصرف الصحي، "محطة معالجة الصرف الصحي أبو رواش"
https://capw.gov.eg/abu-rawash/#:~:text=%D9%8A%D8%AE%D8%AF%D9%85%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B4%D8%B1%D9%88%D8%B9%20%D8%AD%D9%88%D8%A7%D9%84%D9%8A%209%20%D9%85%D9%84%D8%A7%D9%8A%D9%8A%D9%86,%D9%81%D9%8A%20%D8%B8%D9%84%20%D8%A7%D9%84%D8%B2%D9%8A%D8%A7%D8%AF%D8%A9%20%D8%A7%D9%84%D8%B3%D9%83%D8%A7%D9%86%D9%8A%D8%A9%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AA%D8%B5%D8%A7%D8%B9%D8%AF%D8%A9.

[57] شركة المياه الوطنية السعودية،" المياه الوطنية تنجح في إنتاج طاقة نظيفة من محطّتي هيت وأجيال": 8 ديسمبر 2024.

https://www.nwc.com.sa/AR/MediaCenter/News/pages/heet-and-ajyal.aspx

البحث الثاني

نحو إطار منسق لتحول الطاقة في الدول الأعضاء في أوابك: المواءمة مع مخرجات مؤتمر الأطراف الثلاثين (COP30)*

إعداد: الدكتور خالد مهدي **

* البحث معد باللغة الانجليزية وتم ترجمته إلى اللغة العربية من قبل مدير هيئة التحرير، والمقال المنشور يعبر عن رأي كاتبه وليس بالضرورة عن موقف المنظمة

** أستاذ مشارك في الهندسة الكيميائية، كلية الهندسة والبترول، جامعة الكويت



الملخص

بينما يمضي العالم في عقد العمل المناخي الذي تُتوَّج جهوده بانعقاد مؤتمر الأطراف الثلاثين (COP30) في مدينة بيليم، تقف منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك) عند منعطف محوري يستدعي إعادة تحديد مسارها التنموي. فبعد أن ارتبطت دول المنظمة تاريخيًا بإرث بترولي مشترك، تواجه اليوم ضرورة مزدوجة تتمثل في المحافظة على النمو الاقتصادي، بالتوازي مع التقدم نحو تحقيق الأهداف العالمية للحياد الصفري.

تستعرض هذه الورقة الموجزة إطارًا موحدًا للسياسات والمؤسسات، يهدف إلى مواءمة استراتيجية الطاقة الجماعية للدول الأعضاء في أوابك مع أولويات مؤتمر الأطراف الثلاثين. كما تؤكد ضرورة التوفيق بين المرونة الاقتصادية والطموح المناخي من خلال تكامل أنظمة الطاقة المتجددة، وتطبيق مفهوم الاقتصاد الدائري للكربون، ووضع آليات راسخة للقياس والإبلاغ والتحقق.

وتطرح الورقة كذلك فكرة مبتكرة تتمثل في الاعتراف بالمنافع المناخية للمشروعات التنموية التي تمولها صناديق الدول الأعضاء في أوابك، واحتسابها بوصفها تعويضات قابلة للقياس عن الانبعاثات الهيدروكربونية، بما يحول المساعدات الإنمائية إلى أداة استراتيجية من أدوات الدبلوماسية المناخية.

1- من الإرث الهيدروكربوني إلى الريادة المناخية

لطالما ارتبطت هوية أوابك باقتصاد النفط والغاز، إلا أن الدول الأعضاء تعمل اليوم ضمن سياق عالمي يشهد تغيرات جذرية. وقد أكدت مخرجات مؤتمر الأطراف الثامن والعشرين، الذي شهد أول حصيلة عالمية، والاستعدادات لانعقاد مؤتمر الأطراف الثلاثين، التحول العالمي من مرحلة التعهدات إلى مرحلة التنفيذ، حيث لن يُقاس النجاح بحجم الالتزامات المعلنة، وإنما بمدى التقدم الفعلي الذي يمكن التحقق منه.

وبالنسبة لمنظمة أوابك، يتطلب هذا التحول تطوير دورها من منظمة تُعنى بتنسيق شؤون البترول إلى قوة إقليمية دافعة نحو بناء أنظمة طاقة نظيفة ودائرية.

إن الثقل الاقتصادي الجماعي للدول الأعضاء في أوابك، الممتدة جغرافيًا عبر شمال أفريقيا ومنطقة الخليج وشرق البحر المتوسط، يمنح المنظمة مكانة فريدة. ويمكن لاحتياطيات الطاقة الكبيرة والثروات السيادية التي تمتلكها هذه الدول أن تتيح تحولًا غير مسبوق نحو الازدهار المستدام. ومع ذلك، وللمحافظة على الزخم الاقتصادي بالتوازي مع المواءمة مع أجندة الحصيلة العالمية المرتبطة بمؤتمر الأطراف الثلاثين، يتعين على أوابك تجاوز السياسات الوطنية المتفرقة وبناء منظومة مشتركة للتوسع في الطاقة المتجددة، وإدارة الكربون، وحشد الاستثمارات.

2- معضلة النمو وإزالة الكربون

تتمثل المعضلة الأساسية التي تواجهها الدول الأعضاء في أوابك في طبيعة اقتصاداتها الهيكلية؛ إذ تعتمد هذه الدول بصورة كبيرة على الهيدروكربونات في المحافظة على الاستقرار المالي، وتوفير فرص العمل، وتمويل البرامج الاجتماعية، في الوقت الذي تتزايد فيه مطالب مفاوضات المناخ العالمية بإجراء تخفيضات حادة في الانبعاثات الناتجة عن الوقود الأحفوري.

ومن شأن أي تحول مفاجئ أو خارجي أن يعرض هذه الاقتصادات لاضطرابات كبيرة. ولذلك، يكمن التحدي في التوفيق بين السعي نحو التنويع الصناعي والالتزامات المتعلقة بإزالة الكربون، بما يحول التعارض المحتمل بينهما إلى نموذج تنموي متوازن.

ويمكن تحقيق هذا التوازن من خلال تطبيق مفهوم الاقتصاد الدائري للكربون، الذي طُرح وطُبّق عمليًا للمرة الأولى في المملكة العربية السعودية. ويوفر هذا المفهوم إطارًا عمليًا لا يركز على التخلص من الهيدروكربونات، وإنما على إدارة انبعاثاتها من خلال ركائزه الأربع: الخفض، وإعادة الاستخدام، وإعادة التدوير، والإزالة.

ويتيح هذا النهج للاقتصادات المحافظة على نشاطها الصناعي، بالتوازي مع الاستثمار في تقنيات مثل احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه، والهيدروجين الأزرق، والوقود الاصطناعي.

غير أن هذا التحول يزداد تعقيدًا بفعل التناقض في سياسات عدد من الاقتصادات المتقدمة، ولا سيما في أمريكا الشمالية وأوروبا. فبعد اضطرابات الطاقة العالمية التي تفاقمت منذ عام 2022، تراجعت الولايات المتحدة وعدد من دول الاتحاد الأوروبي عن بعض التزاماتها السابقة المتعلقة بالتخلص التدريجي من الفحم، وذلك بهدف تأمين إمدادات الطاقة المحلية.

فعلى سبيل المثال، أعادت ألمانيا تشغيل عدد من محطات توليد الكهرباء العاملة بالفحم الحجري والليغنيت لتعويض انخفاض واردات الغاز الطبيعي من روسيا. كما رفعت هولندا والنمسا، بصورة مؤقتة، القيود المفروضة على توليد الكهرباء باستخدام الفحم، بدعوى ضرورة المحافظة على موثوقية إمدادات الكهرباء والقدرة التنافسية الصناعية. وحتى في الولايات المتحدة، وعلى الرغم من التعهدات الفيدرالية المتعلقة بإزالة الكربون، شهدت عدة ولايات ارتفاعًا في استخدام الفحم لمواجهة نقص الغاز الطبيعي وتقلب أسعاره.

وتبرز هذه التراجعات في السياسات حالة متأصلة من عدم التوازن في العمل المناخي العالمي. ففي حين تُطالب الدول النامية المصدرة للطاقة بإزالة الكربون بوتيرة سريعة، تمنح الدول الصناعية الأولوية لأمن الطاقة عندما تواجه ضغوطًا جيوسياسية أو اقتصادية.

ولا يؤدي هذا التناقض إلى تقويض مصداقية حوكمة المناخ الدولية فحسب، بل يؤكد أيضًا ضرورة اعتماد استراتيجيات عملية تراعي الظروف الخاصة بكل دولة، مثل نموذج الاقتصاد الدائري للكربون.

ومن خلال تبني فلسفة لإدارة الكربون تستند إلى الابتكار التكنولوجي بدلًا من الإحلال المفاجئ لمصادر الطاقة، يمكن للدول الأعضاء في أوابك رسم مسار متدرج ومتماسك اقتصاديًا لتحول الطاقة. وبذلك، يصبح الاقتصاد الدائري للكربون أكثر من مجرد إطار بيئي؛ إذ يمثل نموذجًا تنمويًا استراتيجيًا يحمي استقرار الطاقة، والقدرة التنافسية الصناعية، والرفاه الاجتماعي، مع الاستمرار في المواءمة مع مبادئ التحول العادل والإنصاف التكنولوجي التي يتبناها مؤتمر الأطراف الثلاثون.

3- رؤية منسقة لسياسات منظمة أوابك

سعت تحالفات، مثل مجموعة الـ77 والصين، منذ فترة طويلة إلى تأسيس نهج عالمي منسق لحوكمة المناخ، بهدف تعزيز القوة التفاوضية الجماعية للدول النامية ضمن إطار اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. ومع ذلك، وعلى الرغم من استمرار هذه التحالفات لسنوات طويلة، لا يزال مستوى التنسيق بين الاقتصادات المصدرة للطاقة محدودًا.

فعلى مستوى دول أوابك، تتباين توجهات السياسات بين الدول الأعضاء. إذ تبنت بعض الدول، مثل المملكة العربية السعودية ودولة الإمارات العربية المتحدة ودولة الكويت، استراتيجيات طموحة في مجالي الطاقة المتجددة وإدارة الكربون، تتوافق مع مسارات تحقيق الحياد الصفري. في المقابل، تتبنى دول أخرى نهجًا أكثر حذرًا، يعطي الأولوية للاستقرار المالي والنمو القائم على الهيدروكربونات.

وتعود هذه الاختلافات إلى تفاوتات هيكلية واقتصادية، تشمل حجم السكان، ومستوى التنويع الصناعي، وحجم الاحتياطيات المالية، ودرجة الاعتماد على الطاقة، الأمر الذي يجعل التوصل إلى توافق بشأن سياسات المناخ مسألة معقدة وملحة في الوقت نفسه.

وللتغلب على هذا التشتت، يتعين على دول أوابك إضفاء الطابع المؤسسي على هيكل إقليمي منسق للسياسات، يكون قادرًا على مواءمة الاستراتيجيات الوطنية في إطار رؤية إنمائية وبيئية مشتركة.

ولا ينبغي أن يقتصر دور هذا الإطار المنسق على التنسيق فقط، بل يجب أن يعمل بوصفه آلية جماعية للتنفيذ، بما يُمكّن منظمة أوابك من العمل ككيان متماسك على مستوى السياسات والأسواق. ومن خلال توحيد مبادرات الطاقة المتجددة، وتوحيد أنظمة المحاسبة الكربونية، وتبسيط آليات التمويل، يمكن لأوابك إنشاء منظومة تعاون إقليمية تعزز الاتساق الداخلي والنفوذ العالمي.

وتتسم فوائد هذا التنسيق بتعدد أبعادها. فمن الناحية الاقتصادية، يمكن أن يعزز الكفاءة من خلال البنية التحتية المشتركة، والمشروعات المشتركة، وتجارة الطاقة عبر الحدود، بما يتيح للمنتجين الأصغر حجمًا الوصول إلى التكنولوجيا والتمويل اللذين غالبًا ما يتوافران للاقتصادات الأكبر.

ومن الناحية السياسية، يمكن أن يؤدي تبني موقف موحد في مفاوضات مؤتمرات الأطراف إلى زيادة التأثير الدبلوماسي، بما يُمكّن دول أوابك من طرح رؤية مشتركة تؤكد التحول العادل القائم على التكنولوجيا، بدلًا من إزالة الكربون المفروضة من الخارج.

أما من الناحية البيئية، فإن نظم القياس والإبلاغ والتحقق المنسقة، وأطر الاقتصاد الدائري للكربون، من شأنها ضمان تتبع تخفيضات الانبعاثات بصورة شفافة والإبلاغ عنها بمصداقية، بما يعزز مساهمة دول أوابك في أجندة تنفيذ مخرجات مؤتمر الأطراف الثلاثين.

ويجسد «إطار أوابك المقترح للتحول نحو الطاقة المتجددة والاقتصاد الدائري» هذه الرؤية؛ إذ يجمع الطاقة المتجددة، وإدارة الكربون، والابتكار المالي تحت مظلة مؤسسية واحدة يديرها مجلس وزاري، وتدعمه أمانة فنية تتولى مسؤولية المواءمة القانونية، وشفافية البيانات، وتنسيق المشروعات.

كما ستربط منصة رقمية إقليمية للقياس والإبلاغ والتحقق مؤشرات الأداء الوطنية بنظام موحد للإبلاغ يتوافق مع متطلبات مؤتمر الأطراف الثلاثين، بما يضمن قابلية المقارنة والمساءلة بين الدول الأعضاء.

ويمتد أثر هذا التنسيق إلى ما هو أبعد من الإصلاح المؤسسي؛ إذ يمكن أن يسرع تنويع اقتصادات الدول الأعضاء في أوابك، ويحفز الاستثمار الخاص من خلال تعزيز القدرة على التنبؤ وتوسيع نطاق المشروعات، كما يمكن أن يعزز مكانة المنظمة بوصفها طرفًا إقليميًا موثوقًا في دبلوماسية الطاقة العالمية.

وسيسهم التنسيق كذلك في تسهيل نقل التكنولوجيا، وتنقل القوى العاملة، والربط البيني بين أنظمة الكهرباء، بما يقود إلى إنشاء سوق إقليمية متكاملة للطاقة المتجددة والهيدروجين وأرصدة الكربون.

ومن شأن هذا التحول الجماعي أن يُمكّن دول أوابك من الانتقال من تحالف قائم على البترول إلى تكتل طاقي دائري ومرن، يجمع بين الحيوية الاقتصادية والمسؤولية البيئية، بما يدعم الاستقرار الإقليمي وأجندة المناخ العالمية وصولًا إلى مؤتمر الأطراف الثلاثين وما بعده.

4- تمويل التحول: نحو هيكل إقليمي للاستثمار

لا يمكن تحقيق التحول المتصور للدول الأعضاء في أوابك من دون إنشاء آلية مالية متخصصة وقادرة على حشد رؤوس الأموال العامة والخاصة على نطاق واسع.

ومن شأن إنشاء «الصندوق الإقليمي للاستثمار في الطاقة المتجددة والاقتصاد الدائري» أن يضفي الطابع المؤسسي على هذه الجهود، من خلال تجميع الموارد من المؤسسات والبنوك الإنمائية، والمستثمرين من القطاع الخاص.

وستشمل محفظة الصندوق مشروعات البنية التحتية للطاقة المتجددة، وإنتاج الهيدروجين، واحتجاز الكربون، إلى جانب المشروعات الصناعية المتوافقة مع الأهداف المناخية التي تحافظ على القدرة التنافسية الاقتصادية.

وإضافة إلى الاستثمار المباشر، سيدمج الصندوق مؤسسات تمويل التنمية القائمة في الدول الأعضاء في أوابك، مثل الصندوق الكويتي للتنمية الاقتصادية العربية والصندوق السعودي للتنمية وغيرها، ضمن إطار موحد للمحاسبة المناخية. وقد سبق لهذه المؤسسات تمويل مئات المشروعات في مجالي الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة في أفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية.

ويمكن لمؤسسات تمويل التنمية في الدول الأعضاء في أوابك دعم مشروعات صديقة للمناخ، مثل محطات الطاقة الشمسية، وأنظمة الري المعتمدة على طاقة الرياح، ومبادرات كهربة المناطق باستخدام مصادر الطاقة المتجددة، ومشروعات البنية التحتية للطاقة النظيفة في الدول النامية. ومن خلال إحلال مصادر الطاقة المتجددة محل مصادر الطاقة كثيفة الانبعاثات الكربونية، يمكن لهذه المشروعات تحقيق تخفيضات قابلة للتحقق في الانبعاثات وتوليد منافع مناخية يمكن الاعتراف بها ضمن إطار موحد للمحاسبة الكربونية. ويُبرز هذا النهج الكيفية التي يمكن من خلالها أن يتطور التمويل الإنمائي ليصبح آلية قابلة للقياس لتعويض الانبعاثات الكربونية، بحيث تُحتسب الانبعاثات التي جرى تجنبها بفضل مشروعات الكهرباء الشمسية وطاقة الرياح وغيرها من مشروعات الطاقة المتجددة المنفذة خارج الدول الأعضاء كمساهمات سالبة ضمن إطار أوابك للقياس والإبلاغ والتحقق (MRV).

ومن خلال حصر هذه التخفيضات الموثقة وتسجيلها في سجل رقمي موحد تحت مظلة الصندوق الإقليمي المقترح، يمكن للدول الأعضاء في أوابك إثبات مساهمتها الجماعية في جهود التخفيف من تغير المناخ على المستوى العالمي بصورة شفافة.

كما سيمنع هذا النهج الازدواج في احتساب التخفيضات، ويعزز نزاهة المحاسبة الكربونية، ويتيح ربط التعويضات الموثقة بأسواق الكربون العالمية في إطار المادة السادسة من اتفاق باريس.

وهكذا، لا تعود المساعدات الإنمائية مجرد أداة للتضامن الدولي، بل تصبح أيضًا عنصرًا استراتيجيًا في إدارة الكربون الدائري والدبلوماسية المناخية، بما يعزز مكانة أوابك بوصفها طرفًا فاعلًا واستباقيًا في تحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي والتحول نحو الحياد الصفري المستهدف في إطار مؤتمر الأطراف الثلاثين.

5- البنية التحتية الرقمية والتنفيذ وتنمية القدرات

يقترح في هذا القسم أن تنظر أوابك في اتخاذ خطوة طموحة لدعم الدول الأعضاء في مواجهة تحديات تحول الطاقة وتعزيز مبادرة الاقتصاد الدائري للكربون، بوصفها وسيلة للتحوط من الضغوط الدولية المتعلقة بالمبادرات المناخية.

وتتمثل إحدى الركائز الأساسية للإطار المنسق في إنشاء بنية تحتية رقمية متينة تدمج البيانات الواردة من جميع الدول الأعضاء في أوابك.

ومن شأن إنشاء منصة «التوأم الرقمي لأوابك لتحول الطاقة» أن يوفر أداة للتحليل ودعم اتخاذ القرار في الوقت الفعلي، تكون قادرة على محاكاة أنظمة الطاقة، وتتبع الانبعاثات، والتحقق بدقة من أداء المشروعات.

وسيعمل التوأم الرقمي بوصفه مرآة افتراضية لمنظومة الطاقة والصناعة في المنطقة بأكملها، من خلال الدمج المستمر للبيانات الواردة من منشآت الطاقة المتجددة، ووحدات إنتاج الهيدروجين، والمصافي، ومشروعات إدارة الكربون.

ومن خلال التحليلات المتقدمة والذكاء الاصطناعي، ستتيح المنصة لصانعي السياسات التنبؤ بتأثير التغيرات في السياسات، واختبار سيناريوهات تسعير الكربون أو الدعم، وتقييم المسارات التكنولوجية قبل تنفيذها فعليًا.

وتمتد أهمية هذه المنصة الموحدة إلى ما هو أبعد من إدارة البيانات؛ إذ يوفر التوأم الرقمي الإقليمي أساسًا علميًا مشتركًا للعمل الجماعي والشفافية، ويستبدل التقارير الوطنية المتفرقة بمؤشرات متزامنة يمكن التحقق منها.

كما يضمن قياس تخفيضات الانبعاثات، ومكاسب كفاءة الطاقة، ومبادرات الاقتصاد الدائري للكربون وفق أسس متسقة في جميع الدول الأعضاء، بما يُمكّن أوابك من تقديم رؤية واحدة وموثوقة في المحافل المناخية العالمية.

ويمكن للمنصة أيضًا إنشاء «سوق إقليمية للمعلومات»، تستطيع من خلالها الحكومات والمستثمرون من القطاع الخاص والشركاء الدوليون الوصول إلى بيانات موحدة بشأن قدرات الطاقة المتجددة، وكميات الكربون المحتجز، والتدفقات المالية.

ولا تؤدي هذه الشفافية إلى تحسين الحوكمة وتعزيز ثقة المستثمرين فحسب، بل تسهل أيضًا التكامل مع أسواق الكربون الدولية وأنظمة القياس والإبلاغ والتحقق في إطار المادة السادسة من اتفاق باريس.

إضافة إلى ذلك، تحول البنية التحتية القائمة على التوأم الرقمي إدارة الطاقة من عملية تفاعلية إلى عملية استباقية وتنبؤية.

ومن خلال النمذجة المستمرة للطلب على الطاقة، وتقلبات الإمدادات، ومسارات انبعاثات الكربون، يمكن للدول الأعضاء في أوابك تحسين تخصيص الموارد، وخفض أوجه عدم الكفاءة، وتسريع التقدم نحو أهداف الحياد الصفري.

كما تتيح هذه البنية تحديد فرص التعاون والتكامل عبر الحدود، مثل ربط فوائض الطاقة المتجددة في إحدى الدول باحتياجات دولة أخرى من الهيدروجين أو تحلية المياه، بما يعزز أمن الطاقة الإقليمي والترابط الاقتصادي المتبادل.

ويتطلب تحويل هذا الإطار إلى إجراءات عملية بناء القدرات المؤسسية والبشرية. وفي هذا السياق، ينبغي إنشاء «مركز إقليمي للتميز في الطاقة المتجددة والاقتصاد الدائري»، يتولى تنسيق التدريب والبحوث وتطوير السياسات، بما يضمن وجود فهم مشترك لدى الجهات التنظيمية والممولين والمهندسين في الدول الأعضاء في أوابك لمفاهيم التمويل المناخي، وأسواق الكربون، وممارسات القياس ،والإبلاغ والتحقق.

ولدعم هذه العملية، ينبغي لأوابك إقامة علاقات تعاون منظمة مع الجامعات، ومراكز أبحاث السياسات، ومؤسسات الفكر والرأي المتخصصة في الطاقة المستدامة، والنمذجة الرقمية، والحوكمة المناخية.

ويمكن لهذه المؤسسات أن تسهم في بناء الأساس التحليلي للتوأم الرقمي، من خلال توفير الخبرات الفنية، وإعداد نماذج السيناريوهات، وتنفيذ البرامج التدريبية التي تعزز الكفاءة المؤسسية.

كما ستدعم هذه الشراكات إجراء بحوث مشتركة بشأن تحسين أنظمة الطاقة، وصنع السياسات القائم على البيانات، والتكامل مع أسواق الكربون. وفي هذا السياق، يُعد تنسيق الخبرات، استنادًا إلى التعاون بين الشبكة المؤسسية لأوابك والمنظومات الأكاديمية، أمرًا لا يقل أهمية عن تنسيق الأطر التنظيمية والمالية.

6- ملاحظات ختامية: نحو مستقبل دائري وشامل

يجسد الإطار المنسق المقترح في هذه الورقة توليفة عملية تجمع بين التنمية وإزالة الكربون. فهو يقر بأن ازدهار الدول الأعضاء في أوابك يرتبط بإنتاج الطاقة، لكنه يؤكد في الوقت نفسه أن الازدهار المستقبلي يجب أن يقوم على أنظمة أكثر نظافة وذكاءً ودائرية.

ومن خلال دمج مفهوم الاقتصاد الدائري للكربون في الممارسات الإقليمية، وتعزيز الشفافية الرقمية، وحشد الابتكار المالي، يمكن لأوابك قيادة تحول يحمي الاستقرار الاقتصادي والمسؤولية البيئية في آن واحد.

ولا يقل البعدان الأخلاقي والدبلوماسي أهمية عن ذلك؛ فعندما تُعتمد تخفيضات الانبعاثات الناتجة عن المشروعات التي تمولها الدول الأعضاء في أوابك في الخارج بوصفها تعويضات مشروعة، تثبت المنظمة أن الدول المصدرة للطاقة قادرة أيضًا على أن تكون مساهمًا صافيًا في جهود التخفيف من تغير المناخ عالميًا.

ويمكن لإطار أوابك المنسق أن يقدم نموذجًا يوازن بين أمن الطاقة والاستدامة، ويحافظ على النمو الاقتصادي مع تمكين جهود إزالة الكربون، ويضع الدول الأعضاء في قلب عقد التنفيذ العالمي.



البحث الثالث

واقع سوق الغاز الأوروبي وآفاقه المستقبلية وانعكاساته على الدول العربية المصدرة للغاز

إعداد: الدكتور سفيان أوجيدة *

* باحث اقتصادي أول - الإدارة الاقتصادية - أوابك

واقع سوق الغاز الأوروبي وآفاقه المستقبلية وانعكاساته على الدول العربية المصدّرة للغاز

الفصل الأول: أسواق الغاز الطبيعي في أوروبا وتطوراتها

لقد تطور الغاز الطبيعي في أوروبا منذ الخمسينيات، ليحل تدريجيًا محل غاز المدن، حيث أصبح يتسم بميزة الكفاءة العالية في إنتاج الكهرباء، الأمر الذي يتطلب استثمارات أولية، مما أدى بالغاز، أن يلعب دورًا مهمًا منذ ذلك الحين، للعب دورًا متزايدًا في سوق الكهرباء الأوروبي الذي عرف انفتاحا تدريجيًا أمام المنافسة. وفي هذا الفصل نحاول تسليط الضوء، ولو بإيجاز، على أهم التواريخ الرئيسية التي شهدها قطاع الغاز الطبيعي في أوروبا.

I. لمحة تاريخية عن أسواق الغاز الطبيعي الأوروبي

منذ البداية، كانت الطاقة واحدة من القوى الدافعة وراء التوحيد الأوروبي، ولا سيما مع توقيع المعاهدة في 18 أبريل 1951، والتي أدت إلى إنشاء الجماعة الأوروبية للفحم والصلب[1] (ECSC) والتي تنص على حرية حركة منتجات الصلب والفحم لدول الست – فرنسا ألمانيا وبلجيكا وهولندا ولوكسمبورغ وإيطاليا – المشاركة في المشروع، ثم معاهدة إنشاء الجماعة الأوروبية للطاقة الذرية (EAEC أو Euratom) في عام 1957 وكان من بين الأهداف الرئيسية لمعاهدة "اليوراتوم" (Euratom) ما يلي: **(1)**- تعزيز البحوث ونشر المعلومات التقنية؛ **(2)**- وضع معايير سلامة موحدة لحماية السكان والعاملين في الصناعة؛ **(3)**- تيسير البحوث؛ **(4)**- ضمان عدم تحويل المواد النووية المدنية إلى استخدامات أخرى، لا سيما العسكرية منها.

[1] أي the European Coal and Steel Community (ECSC)

وفي عام 1951، تم إنشاء سوق الطاقة الداخلية الأوروبية. وكان الهدف على وجه الخصوص هو تطوير تبادلات الغاز والكهرباء من أجل زيادة ربحية الاستثمارات وخفض تكلفة الإمدادات. وبهذا الصدد، تم اتخاذ القرار لتنسيق وجهات النظر المشتركة المتعلقة بسوق الغاز والكهرباء في إطار "سياسة أوروبية شاملة".

وبذلك، يتضح أن الجماعة الأوروبية للفحم والصلب (ECSC) والجماعة الأوروبية للطاقة الذرية (EAEC)، كانتا الأساس لتأسيس الجماعة الاقتصادية الأوروبية (EEC) في عام 1957، وتحولها إلى "الاتحاد الأوروبي" في عام 1992.

وتحت قيادة الاتحاد الأوروبي، تم فتح سوق الطاقة أمام المنافسة مع اعتماد التوجيهات[2] الأولى في عام 1996 وعام 1998. ومع تزايد تحديات انتقال الطاقة، سعى الاتحاد الأوروبي أيضًا إلى تشجيع التخفيضات في استهلاك الغاز الطبيعي، ولا سيما من خلال استعمال أداة رئيسة في سياسته للحد من الانبعاثات الكربونية: سوق الكربون أو سوق حصص الانبعاثات الأوروبية المعروف باسم نظام تبادل الانبعاثات (ETS[3]) الذي أنشئ في عام 2005. وكانت أهم التوجيهات المعمول بها، توجيهان للاتحاد الأوروبي وضعا قواعد مشتركة لأسواق الطاقة الداخلية في قطاعي الكهرباء والغاز الطبيعي، على التوالي. ويقصد هنا بالتوجيه "EC/72/2009" و "EC/73/2009"[4] بتاريخ 13 يوليو 2009، بشأن القواعد المشتركة للسوق الداخلية للكهرباء والغاز الطبيعي والتي تنطبق في جميع أنحاء الاتحاد الأوروبي (EU). وكان كلا التوجيهين جزءًا من "حزمة الطاقة الثالثة"، ويهدفان إلى تحسين المنافسة وتكامل السوق وحماية المستهلك.

في الأسطر الأتية، سنتطرق باختصار لأهم المرحل التي عرفته أسواق الطاقة، الغاز بشكل خاص، خلال السنوات الطويلة لأنشاء سوق تنافسية.

[2] يقصد ب "توجيه البرلمان الأوروبي والمجلس" هو نص قانوني، من بين أمور أخرى، اتخذته مؤسسات الاتحاد الأوروبي. يتكون البرلمان الأوروبي من أعضاء ينتخبهم مواطنو دول الاتحاد الأوروبي (انتخابات كل 5 سنوات). يتكون مجلس الاتحاد الأوروبي من رؤساء دول وحكومات دول الاتحاد الأوروبي. ويحدد التوجيه الأهداف التي يتعين على الدول الأعضاء تحقيقها، مع تحديد موعد نهائي. ويسمح هذا التأخير للحكومات الوطنية بالتكيف مع اللوائح الجديدة.

[3] أي Emissions Trading System. حيث يعد EU ETS حجر الزاوية في سياسة الاتحاد الأوروبي لمكافحة تغير المناخ وأداته الرئيسية للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بشكل فعال من حيث التكلفة. ويعتبر أول سوق كربون رئيسي في العالم ولا يزال حتى الآن أكبر سوق في العالم.

[4] ونتج عن التوجيه "EC/73/2009" الصادر عن البرلمان الأوروبي والمجلس إلغاء التوجيه "EC/55/2003" نص ذو صلة بالمنطقة الاقتصادية الأوروبية.

1.I. أهم التواريخ عن أسواق الغاز الطبيعي في أوروبا

تاريخيًا، يمكن تقسيم تطور صناعة الغاز في أوروبا إلى **ثلاثة أطر زمنية** توضح نمو صناعات الغاز المحلية والشركات الكبرى التي أفرزتها، وهذه الفترات هي:

- **الفترة الأولى:** بدأت باستخدام الغاز المصنع وانتهت ببدء إنتاج الغاز المحلي وكيف حل محل الغاز المصنع في كل بلد.
- **الفترة الثانية:** بحثت في التطورات التي حدثت في الإطار الزمني بين الصفقات الدولية الأولى للغاز وارتفاع أسعار النفط خلال السبعينيات وتأثيرها على سياسات الطاقة في مختلف البلدان.
- **الفترة الثالثة:** بدأت هذه الفترة في عام 1986، والتي تميزت بانخفاض أسعار النفط، وتنتهي مع بداية تحرير أسواق الغاز في عام 1998.

في هذا الفصل، سوف نركز على عملية تحرير السوق نفسها – أي الفترة الثالثة – بالتطرق لخطة تحرير سوق الغاز في الاتحاد الأوروبي وكيف تعاملت أو استجابت مع هذه العملية الصناعة الغازية. منذ عام 1998، انخرطت الدول الأوروبية في تحرير أسواق الطاقة. وتمثل ذلك في رغبة الاتحاد الأوروبي في إنشاء سوق أوروبية كبيرة للغاز الطبيعي، من خلال اعتماد التوجيهان – التوجيه رقم 30/98 المؤرخ بتاريخ 22 يونيو 1998 والتوجيه رقم 55/2003 المؤرخ بتاريخ 26 يونيو 2003 اللذان يحددان القواعد التفصيلية للسوق الداخلية للغاز الطبيعي.

2.I. إنشاء "سوق موحدة للطاقة" في أوروبا

منذ التسعينيات، بدأت عملية بناء سوق الطاقة الأوروبي والذي بُني حول قضايا محددة بوضوح تتمثل في: تحرير القطاع، وتطوير المنافسة الحرة، وتجانس الأسواق الوطنية على المستوى الأوروبي. كان إنشاء سوق موحدة للكهرباء موضوع العديد من التوجيهات الأوروبية، لا سيما التوجيهات الصادرة في الأعوام 1996 و 2003 و 2007. وكانت الأهداف الرئيسية لسياسة الجماعة الأوروبية في مجال الطاقة تتمحور حول ثلاثة محاور كبرى، هي:

- إنشاء سوق واحدة أو موحدة
- تأمين إمدادات الطاقة بأسعار في متناول الجميع أي بـ "أسعار معقولة"
- تطوير مصادر الطاقات المتجددة.

وقد تم تحرير قطاع الطاقة في أوروبا على عدة مراحل رئيسية، كالاتي:

- نهاية احتكارات الدولة.
- الفصل بين أنشطة الإنتاج والنقل والتوزيع.
- الانفتاح على المنافسة في إمدادات الطاقة حيث في فرنسا، مَثَلًا، تم سنه منذ عام 1999 على مستوى الشركات الكبيرة جدًا ومنذ عام 2007 للأفراد. كان التحرير الكلي فعالاً في أوروبا الغربية منذ عام 2014. وسنقتصر فيما يلي على أهم نقطة التي عرفتها أسواق الطاقة الأوروبية والتي تتمثل في تحرير أسواق الغاز والكهرباء.

3.I. التغييرات الهيكلية في سوق الغاز الأوروبية

منذ منتصف الثمانينيات، شهد قطاع الغاز الطبيعي تحولات قوية، بدأ بالانفتاح على المنافسة في سوق أمريكا الشمالية التي اتسمت بأنها "أسواق ناضجة". وكانت لهذه التحولات أثر في أوروبا، حيث سارعت المملكة المتحدة[5] بدورها، إلى تحرير السوق تدريجياً، بين عامي 1986 و1996، وتم تنظيمها على أساس تنافسي يعتمد أساسًا على الإنتاج من بحر الشمال الملتزم بعقود قصيرة.

في غالبية الدول، تم تطوير نشاط التوزيع من قبل السلطات الإقليمية والمحلية بشكل رئيسي في شكل احتكارات التوزيع المحلية. ومع ذلك، فقد اختارت بعض الدول مثل فرنسا والمملكة المتحدة وإسبانيا دمج نشاط التوزيع مع احتكار النقل. وعرف هيكل قطاع الغاز الطبيعي تغيراً جذرياً بسبب تحرير سوق الغاز المدفوع بتوجيه الغاز الصادر عن الاتحاد الأوروبي في عام 1998. يمثل هذا تغييرًا مؤسسيًا كبيرًا من شأنه أن يُغيّرُ بشكل كبير تنظيم سوق الغاز الأوروبية.

4.I. تحرير سوق الغاز والكهرباء: عملية بدأت في عام 1996

بالرغم من وجود معاهدتين من المعاهدات التأسيسية للجماعة الأوروبية – معاهدة الجماعة الاقتصادية الأوروبية ومعاهدة الجماعة الأوروبية للطاقة الذرية – والتي قد كرستا كليا لقطاعين من قطاعات الطاقة، فإنه لم تكن توجد حتى ذلك الوقت سياسة أوروبية للطاقة. يفسر هذا القصور التأخيرات والصعوبات في إنشاء سوق طاقة داخلية حقيقية في أوروبا.

[5] تم منح المستهلكين الصناعيين الكبار الفرصة لشراء الغاز من موردين بخلاف شركة بريتش غاز (British Gas). أدى برنامج الخصخصة، الذي أقرته الحكومة البريطانية على عجل في أوائل التسعينيات، إلى تقسيم الشركة العمومية التاريخية إلى حوالي 100 شركة خاصة. وسرعان ما بدأت هذه الشركات في إظهار اهتمامها بأرباح مساهميها أكثر من اهتمامها بمصالح الاقتصاد الوطني.

وهكذا، لم يتم اعتماد توجيهين أوروبيين إلا في عامي 1996 و1998 من أجل فتح قطاعي الغاز والكهرباء تدريجياً أمام المنافسة. وكان من شأن تحرير هذين القطاعين من الطاقة أن يتيح تعزيز كفاءة الطاقة والقدرة التنافسية للاتحاد الأوروبي، وأن يبشر بإنشاء سوق داخلية للطاقة.

حيث كانت سوق الغاز الأوروبية منظمة بشكل رئيسي حول احتكار القلة من المشترين الذي كان يشمل شركات الغاز من الدول الأوروبية والتي كانت في وضع احتكاري (أو شبه احتكار) في سوق الجملة[6]. من جانب المنتجين والمصدرين، الذين يتكونون من الشركات الوطنية (NOCs)، كان عددهم قليل يتمثل في أهم الدول المنتجة، وكانت آنذاك القائمة، تشمل كل من الجزائر والنرويج وروسيا وهولندا.

وقد مكنت هذه البنية المؤسسية من تطوير أنظمة مستقرة وناضجة لإمدادات الغاز. وكانت العلاقات بين احتكار القلة للإنتاج واحتكارات للشركات الاستيراد الوطنية مبنية من خلال عقود طويلة الأجل، تتراوح مدتها بين 20 و 25 عامًا، والتي تنظم تقاسم المخاطر، بما في ذلك شرط "خذ أو ادفع[7]"، وأيضا شرط الوجهة النهائية وبند تحديد سعر "Netback" فيما يتعلق بأسعار المنتجات البترولية[8]. تغير هذا الهيكل بشكل أساسي نتيجة لتحرير سوق الغاز مدفوعا بتوجيه الاتحاد الأوروبي لعام 1998 بشأن الغاز. وكان يهدف تحرير أسواق الغاز في أوروبا إلى خلق منافسة داخلية وخارجية تعتمد على سوق غاز تنافسية موحدة من خلال دمج المنتجين التقليديين والموردين الجدد (مثل ليبيا ونيجيريا وقطر ودول بحر قزوين)، وتطوير المعاملات على المدى القصير.

في 22 يونيو 1998، اعتمد البرلمان الأوروبي والمجلس التوجيه EC/30/98. وقد وضع هذا التشريع التاريخي "التوجيه الأول" بشأن الغاز قواعد مشتركة لتحرير قطاع الطاقة الأوروبي ولفتح سوق الغاز الطبيعي الداخلي تدريجيًا أمام المنافسة (انظر الإطار 1).

[6] Ruhrgas في ألمانيا، Distrigaz في بلجيكا، GDF في فرنسا، SNAM في إيطاليا، Gasunie في هولندا، OMV في النمسا وEnagas في إسبانيا.
[7] أو ما يصطلح عليه في العقود بـالشرط المعروف "Take or Pay".
[8] تهدف ممارسة Netback إلى ضمان القدرة التنافسية للغاز من الناحية الهيكلية في السوق النهائية، من خلال سعر خروج الغاز مع مراعاة تكاليف النقل وصيغة مقايسة لأسعار الطاقات المنافسة (المنتجات البترولية بشكل عام في السوق الأوروبية).

الإطار (1): العناصر الرئيسية لتوجيه الغاز لعام 1998
- حق الولوج/الوصول إلى الشبكة للشراء المباشر من قبل منتجي الكهرباء والمستهلكين والموزعين المؤهلين، - مستوى أدنى للانفتاح بنسبة 20% سنة 2000 و28% سنة 2003 و33% سنة 2008 (من خلال خفض عتبة أهلية المستهلك من 25 م3/سنة 2000 إلى 5 م3/سنة سنة 2008)، - **شروط الوصول إلى الشبكة:** أ- الاختيار الاختيار بين وصول طرف ثالث يتم التفاوض عليه أو تنظيمه إلى الشبكة (TPA) (الأسعار المنشورة) للنقل والوصول إلى محطات الغاز الطبيعي المسال وكذلك للتوزيع. (في نهاية عام 2000، اختارت غالبية الدول الأعضاء الوصول المنظم أو المختلط)، ب- نظام التسعير بثلاثة نماذج رئيسية: تسعير "الطابع البريدي"، تسعير المسافة، تسعير "الدخول والخروج"، ج- خدمات النقل الإضافية وشروط الموازنة والتخزين وما إلى ذلك. - الفصل المحاسبي والوظيفي لنشاط النقل داخل مشغلي الغاز الخاضعين لسيطرة الجهات التنظيمية أو سلطات المنافسة، - تحديد آليات مناسبة وفعالة للتنظيم والمراقبة والشفافية.

المصدر: الباحث.

وفي عام 2000، بعد أن أخذت في الاعتبار استنتاجات المجلس الأوروبي الذي عقد في لشبونة من أجل جعل أوروبا أكثر قدرة على المنافسة، اقترحت المفوضية الأوروبية في رسالة عام 2001 بشأن "استكمال سوق الطاقة الداخلية" مواصلة تعزيز مستويات انفتاح أسواق الغاز والكهرباء. وللقيام بذلك، اقترحت المفوضية التحرير الكامل لهذه القطاعات من أجل تحسين القدرة التنافسية وخفض الأسعار وإنشاء سوق داخلية حقيقية للطاقة. بعدها، اعتمد البرلمان الأوروبي والمجلس توجيهين جديدين في يونيو 2003. والهدف من هذه التوجيهات هو تحقيق الانفتاح الكامل لسوق الغاز والكهرباء على مرحلتين:

- **المرحلة الأولى (1 يوليو 2004):** فتح قطاعي الغاز والكهرباء للمنافسة على المهنيين.
- **المرحلة الثانية (منذ 1 يوليو 2007):** فتح قطاعي الغاز والكهرباء أمام المنافسة للأفراد.

ويمكن تلخيص أهم ما توصلت إليه هذين المرحلتين من خلال الجدول أدناه.

الجدول (1.I): أهم التواريخ لسياسة المناخ والطاقة المتكاملة (فترة 2003-2007)

السنة	الشهر	المقترحات
2003	يونيو	اقتراح المفوضية الأوروبية توجيهين جديدين لتحرير سوق الغاز والكهرباء بشكل كامل؛
2004	1 يوليو	فتح أسواق الغاز والكهرباء أمام المهنيين.
2005	مارس	تم رفع دعوى قضائية ضد ألمانيا وبلجيكا وإسبانيا واليونان ولاتفيا ولوكسمبورغ أمام محكمة العدل الأوروبية لعدم قيامها بنقل التوجيه إلى سوق الكهرباء؛
2007	10 يناير	اقتراح المفوضية "حزمة" من المقترحات في مجال الطاقة تتضمن بشكل خاص رسالة حول آفاق السوق الداخلية للغاز والكهرباء؛
	8-9 مارس	المجلس الأوروبي يتبنى خطة عمل بشأن كفاءة استخدام الطاقة.
	1 يوليو	فتح أسواق الغاز والكهرباء أمام الأفراد.
	فصل الصيف	تقديم دراسة تأثير حول التقدم المحرز في فتح أسواق الغاز والكهرباء.

المصدر: الباحث من خلال موقع البرلمان الأوروبي والمفوضية.

5.I. أهم التشريعات والمراحل لتحرير أسواق الغاز في أوروبا

خلال التسعينيات القرن الماضي، بينما كانت معظم أسواق الكهرباء والغاز الطبيعي الوطنية لا تزال احتكارية، قرر الاتحاد الأوروبي والدول الأعضاء فتح هذه الأسواق تدريجيًا أمام المنافسة. بالفعل، بدأ فتح أسواق الطاقة أمام المنافسة في عام 1996 باعتماد أول توجيه أوروبي بشأن الكهرباء، أعقبه في عام 1998 توجيه بشأن الغاز.

وتجدر الإشارة أنه لا يحتوي الإطار القانوني للاتحاد الأوروبي بشأن الغاز الطبيعي على لائحة خاصة بشأن الغاز المسال بل يمكن الرجوع إلى التوجيه لعام 2009. فإن التوجيه EC/73/2009 الصادر عن البرلمان الأوروبي والمجلس (المعدل بموجب التوجيه 692/2019) "فيما يتعلق بالقواعد المشتركة للسوق الداخلية للغاز الطبيعي"، يتضمن صراحةً ضمن نطاقه الأنشطة المتعلقة بالغاز الطبيعي المسال، بينما اللائحة (EC) رقم 2009/715 الصادرة عن البرلمان الأوروبي والمجلس "فيما يتعلق بشروط الوصول إلى شبكات نقل الغاز الطبيعي" تتضمن أحكامًا تتعلق بوصول طرف ثالث (المادة 15)، ومبادئ آليات تخصيص القدرات وإدارة الازدحام إجراءات (المادة 17) ومتطلبات الشفافية (المادة 19)، فيما يتعلق بمرافق التخزين ومنشآت الغاز الطبيعي

المُسال، ومبادئ آليات تخصيص السعة وإجراءات إدارة الازدحام (المادة 17) ومتطلبات الشفافية (المادة 19)، فيما يتعلق بمرافق التخزين ومنشآت الغاز الطبيعي المسال وينص أيضًا على أن التزامات المشغل في حفظ السجلات وتبادل حقوق السعة بطريقة شفافة وغير تمييزية (المادتان 20 و22، على التوالي) تنطبق أيضًا على منشآت الغاز الطبيعي المسال.

أيضًا، ومن ضمن التوجيهات التي تم اعتمادها خلال عام 2009، هي التوجيهين EC/72/2009 وEC/73/2009 المؤرخين 13 يوليه 2009 بشأن القواعد المشتركة للسوق الداخلية للكهرباء والغاز الطبيعي والتي تنطبق في جميع أنحاء الاتحاد الأوروبي (EU).

والهدف من هذه التوجيهات هو بناء "سوق طاقة داخلية" على مستوى دول الاتحاد الأوروبي. يتضمن ذلك الانتقال من عدة أسواق وطنية تعمل بشكل مستقل عن بعضها البعض إلى سوق أوروبية واحدة متكاملة. ولتحقيق ذلك، تم تنظيم التوجيهات من أجل فتح سوق الطاقة للمنافسة من خلال توفير ما يلي: **(1)- بالنسبة للمُستهلكين**، حرية اختيار المورد؛ **(2)- بالنسبة للمُنتجين**، حرية التأسيس (المنصوص عليها في المادة 49 من معاهدة **عمل الاتحاد الأوروبي** (TFEU[9]).

ويُمكن تلخيص مراحل فتح هذه الأسواق تدريجيًا أمام المنافسة من خلال مختلف حزم الطاقة للاتحاد الأوروبي، أي من **حزمة "الطاقة الأولى"** إلى **حزمة "الطاقة الخامسة"**، كما يلي:

- **حزمة "الطاقة" الأولى":** تم اعتمادها بين عامي 1996 و1998. وتألفت من تحرير أولي لأسواق الكهرباء والغاز الوطنية على أساس إدخال توجيهين جديدين بشأن الكهرباء والغاز، كان من المقرر نقلهما إلى الأنظمة القانونية أو اللوائح الوطنية في الدول الأعضاء، على التوالي، بحلول عامي 1998 و2000 على أبعد تقدير.

- **حزمة "الطاقة الثانية":** تم اعتمادها في عام 2003، مع تحويل توجيهاتها إلى اللوائح الوطنية من قبل الدول الأعضاء بحلول عام 2004 ودخول بعضها حيز التنفيذ في عام 2007. وقد سمحت حزمة الطاقة الثانية للمستهلكين الصناعيين والمنزليين باختيار موردي الطاقة الخاصين بهم من بين مجموعة واسعة من المنافسين.

- **حزمة "الطاقة الثالثة":** تم اعتمادها في عام 2009، بعد تعديل الحزمة الثانية، لمواصلة تحرير أسواق الطاقة الداخلية. وتركز هذه الحزمة على إجراء قوي ولكنه مثير للجدل يتمثل في فصل أنشطة

[9] بالإنجليزية The Treaty on the Functioning of the European Union

النقل. بحيث أدخلت عليها العديد من الإصلاحات، مثل فصل (تفكيك) إمدادات الطاقة وإنتاجها عن شبكات النقل، ومتطلبات جديدة للهيئات التنظيمية المستقلة، وإنشاء وكالة أوروبية جديدة للتعاون بين مختلف الهيئات التنظيمية الوطنية للطاقة (ACER)، والشبكات الأوروبية لمشغلي أنظمة نقل الكهرباء والغاز (ENTSO-E و ENTSO-G) وتعزيز حقوق المستهلكين في أسواق التجزئة. وتشكل هذه الحزمة[10] حجر الزاوية في تنفيذ سوق الطاقة الداخلية.

- **حزمة "الطاقة الرابعة"[11]:** تم اعتمادها في عام 2019، وتتكون من توجيه – توجيه الكهرباء (الاتحاد الأوروبي) 944/2019 وثلاثة لوائح – (لائحة الكهرباء (الاتحاد الأوروبي) 943/2019، اللائحة (الاتحاد الأوروبي) 941/2019 بشأن الاستعداد للمخاطر وتنظيمها (الاتحاد الأوروبي) 942/2019، بشأن وكالة الاتحاد الأوروبي للتعاون بين هيئات تنظيم الطاقة (ACER). وأدخلت هذه الحزمة – المعروفة باسم "طاقة نظيفة لجميع الأوروبيين" – قواعد جديدة تتعلق بسوق الكهرباء لتلبية احتياجات الطاقات المتجددة وجذب الاستثمارات، ووضعت حوافز للمستهلكين وأدخلت أيضا الدعم المقدم لمحطات الطاقة، مثل آليات القدرة.

- **حزمة "الطاقة الخامسة":** نُشرت الحزمة الخامسة للطاقة في يوليو 2021 بعنوان "التكيف مع الهدف 55"[12] والتي تعرف باسم حزمة "Fit for 55" – وتم اعتمادها في عام 2024 – بهدف مواءمة أهداف الطاقة للاتحاد مع طموحات أوروبا المناخية الجديدة لعامي 2030 و2050. وتحدد هذه الحزمة خارطة طريق لجعل الاقتصاد الأوروبي مستدامًا، وتحويل التحديات المناخية والبيئية إلى فرص في جميع مجالات السياسة، وتعزيز كفاءة الموارد، والتحرك نحو اقتصاد نظيف ودائري، وجعل الانتقال عادلًا وشاملًا للجميع. في عام 2022، بعد الأزمة الروسية-الأوكرانية، تم تعديلها وهذا بعد تبني خطة "REPowerEU" للتخلص التدريجي من واردات الطاقة الأحفورية الروسية، وتنويع مصادر الطاقة، وإدخال تدابير توفير الطاقة، وتسريع التحول إلى مصادر الطاقات المتجددة.

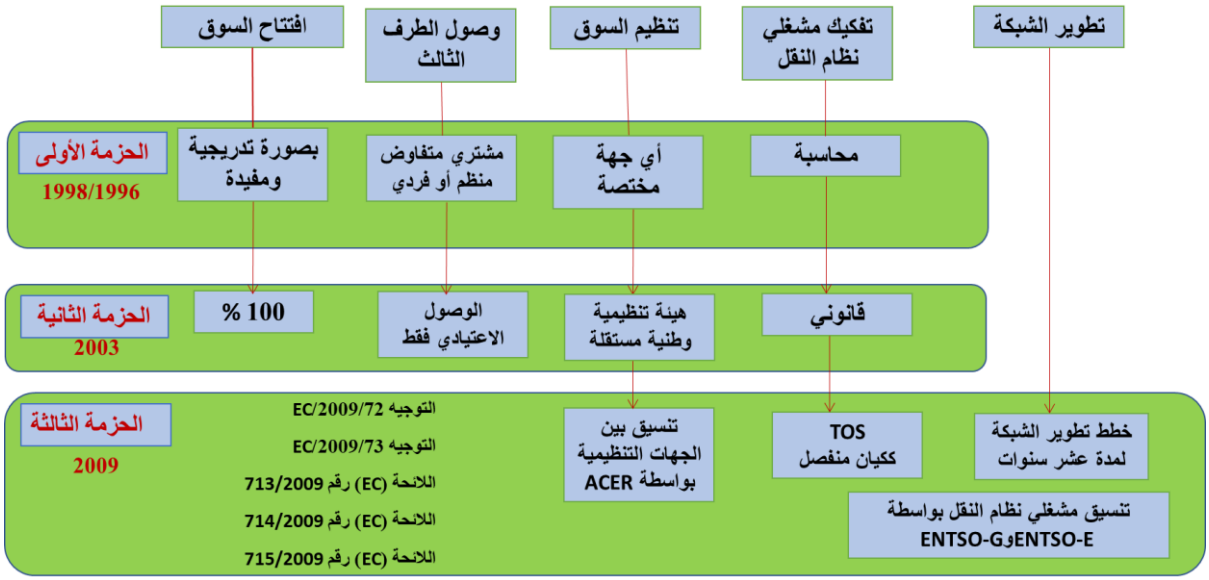
[10] غالبا ما يتم تصوير حزمة الطاقة الثالثة التي تم تبنيها في عام 2009 على أنها العامل التمكيني النهائي لإنشاء سوق غاز واحد بحلول عام 2014. تشمل الأحكام الأساسية لحزمة الطاقة الثالثة ما يلي:
- تفكيك مشغلي أنظمة النقل.
- إنشاء وكالة تعاون منظمي الطاقة (ACER).
- تنظيم الدخول والخروج للوصول إلى شبكات النقل (أي يجب أن تكون سعات الدخول والخروج قابلة للحجز بشكل مستقل عن بعضها البعض ولا يجب تطبيق أي رسوم متعلقة بالمسافة).

[11] ومن الجدير بالذكر أن هذه الحزمة التي دخلت حيز التنفيذ في 4 يوليو 2019، تجلب عددًا معينًا من التطورات التشريعية في قطاع الكهرباء، سواء في أسواق الجملة أو أسواق التجزئة. حيث أعربت المفوضية الأوروبية عن رغبتها، في "حزمة إزالة الكربون" الجديدة المحتملة، في التكيف عن طريق التماثل (النسخ المتطابق أو الانعكاس) مع قطاع الغاز في بعض التطورات الواردة في حزمة الطاقة النظيفة.

[12] حزمة " Fit for 55 " هي عبارة عن حزمة مكونة من 13 مقترحًا تشريعيًا نشرتها المفوضية الأوروبية في 14 يوليو 2021.

باختصار، ارتكز تحرير سوق الطاقة في أوروبا على الانفتاح التدريجي على المنافسة، والفصل القانوني بين مختلف الأنشطة (الإنتاج، والنقل، والتوزيع)، وإنشاء سوق أوروبية موحدة ذات قواعد متناسقة، ودمج الأهداف المناخية. وشهدت المراحل الرئيسية إنهاء الاحتكارات الوطنية، وحرية اختيار الموردين للمستهلكين التجاريين، ثم المستهلكين السكنيين، والتنسيق بين الدول من أجل سوق الجملة والتجزئة فعّالة.

الشكل (1.I): رسم تمثيلي من حزمة الغاز الأولى إلى الثالثة



المصدر: المفوضية الأوروبية.

6.I. كيفية عمل سوق الطاقة الأوروبي

يتميز سوق الطاقة الأوروبي بترابطاته العديدة. وبعبارة أخرى، فإن الكهرباء المنتجة في بلد ما يمكن أن تستهلكها دولة مجاورة. وهذا النظام ضروري لتحقيق التكامل العادل للأسواق الوطنية وتطوير المنافسة الحرة. تعتبر هذه الروابط البينية، على سبيل المثال، مفيدة جدًا: **(1)**- في حالة حدوث أعطاب أو أعطال في مواقع إنتاج الطاقة المحلية؛ **(2)**- في الاستجابة للزيادة غير المتوقعة في الطلب على الطاقة، وخاصة خلال ساعات الذروة؛ **(3)**- في شراء كهرباء بثمن أرخص.

عمومًا، يمكن التمييز بين سوقين، هما: "السوق الفورية" أين يشتري الموردون الطاقة في اليوم السابق ليستخدمها المستهلكون في اليوم التالي؛ و"سوق العقود الآجلة" للإمدادات طويلة الأجل، في الأسبوع أو الأشهر المقبلة.

I.1.6. سوق الجملة للغاز وسوق التجزئة: ما الفرق؟

لفهم كيفية عمل سوق الغاز بشكل كامل، من المهم التمييز بين سوقين (سوق الجملة والتجزئة).

I.1.1.6. سوق الجملة

يشير إلى المكان الذي يشتري فيه موردو الطاقة وبعض الصناعيين كميات كبيرة من الغاز من المنتجين. وهو نقطة الالتقاء بين العرض والطلب. ومن المؤكد أن الأنشطة التي تتم هناك هي الأقل شهرة لدى الجمهور لأنها لا تؤثر بشكل مباشر على المستهلك، حتى لو كانت تعاني من العواقب بشكل غير مباشر. والطريقة التي يعمل بها هذا السوق تشبه طريقة عمل البورصة. اعتمادا على عوامل مختلفة (أسعار النفط، تحويل اليورو/الدولار، الوضع الجيوسياسي، المناخ، إلخ)، يتحرك سعر الغاز صعودا أو هبوطا. وباختصار، يتمثل دور أسواق الجملة في: **(أ)-** إعطاء "إشارة سعرية" تعكس التوازن بين العرض والطلب؛ **(ب)-** توفير معلومات موثوقة وشفافة لتوجيه الاستثمارات المستقبلية؛ **(ج)-** جعل تبادل الغاز بين الدول أكثر سلاسة وأمانًا، من خلال منح الموردين إمكانية إدارة اختلالات التوازن على أساس يومي.

I.2.1.6. سوق التجزئة

وهو الذي له صلة ويتوافق مع المستهلكين النهائيين الذين يشترون الغاز من موردي الطاقة. ثم يتأثر سعر الغاز على الفواتير بالتغيرات في سوق الجملة. وللحصول على إمدادات الغاز الطبيعي تستخدم شركات الطاقة ومديري التخزين/إدارة التخزين والتجار وغيرهم من اللاعبين المشاركين في كل أو جزء من سلسلة الغاز أسواق الجملة.

I.2.6. تنظيم التبادلات الغازية في سوق الجملة للغاز

يقوم متخصصو الغاز بشراء وبيع الغاز الطبيعي في أسواق الجملة، والتي تنقسم إلى فئتين: السوق خارج البورصة وسوق الغاز الطبيعي الوسيط.

I.1.2.6. السوق خارج البورصة

كانت واردات أوروبا و/أو الاتحاد الأوروبي من الغاز تخضع – تاريخيًا – لسيطرة ثلاثة موردين تاريخيين رئيسيين للغاز – روسيا والنرويج والجزائر – وتُعرف هذه المشتريات باسم المشتريات "خارج البورصة" على عكس المشتريات في الأسواق المنظمة أين يمكن إبرام الصفقات

مباشرة بين البائع والمشتري. وغالبًا ما كانت تتراوح مدة هذه العقود طويلة الأجل أكثر من 20 عامًا والتي تتضمن بنودًا تُعرف باسم "خذ أو ادفع" (Take or Pay). وتفرض هذه البنود "مخاطر حجم" على المشتري، الذي يجب أن يلتزم بدفع ثمن الحد الأدنى من كمية الغاز الطبيعي، سواء تم تسليمها أم لا. وعلى العكس من ذلك، يتعهد المنتج الذي يوقع عقدًا طويل الأجل بتسليم كمية معينة من الغاز الطبيعي – وفقًا لجدول زمني وشروط تعاقدية مختلفة – مع تحمل "مخاطر السعر".

في أواخر نهاية التسعينيات وبداية العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، ظهر موردين جدد في هذه السوق مثل قطر، ثم الولايات المتحدة مع استغلال وإنتاج الغاز الصخري.

2.2.6.I. السوق الوسيط

يشمل سوق الغاز الطبيعي الوسيط السوق المنظمة (البورصات) وكذلك الوسطاء (العقود الوسيطة خارج البورصة). يتوافق السوق المنظم مع بورصات الطاقة وغالبًا ما يستخدمه موردو الغاز لتعديل إمداداتهم وفقا لاحتياجات عملائهم. وهي مكونة من منصات تداول حيث يتم تبادل أنواع مختلفة من العقود الفورية والآجلة. وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن إجراء عمليات شراء خارج البورصة بدون وسيط على منتجات مماثلة لتلك التي تتم معالجتها في الأسواق الوسيطة. تتم عمليات شراء وبيع الغاز في سوق الجملة في نقاط افتراضية[13] (VTP) تسمى نقاط تبادل الغاز.

الشكل (2.I): رسم تمثيلي لتسليم الغاز إلى نقاط تبادل الافتراضية (معاملات سوق الجملة)



المصدر: الباحث من خلال موقع المفوضية الأوروبية.

[13] أو Virtual Trading Point

I.3.6. مراكز تداول الغاز الأوروبية

في سياق تحرير السوق، تم إنشاء العديد من نقاط التداول الافتراضية (VTP). وتعتبر هذه النقاط بمثابة تجارة الجملة للغاز الطبيعي أو تبادلات بين المتعاملين. تتركز السيولة وبالتالي الأحجام القابلة للتداول الآن في عدد قليل من المراكز التجارية. ومن بين أهم مراكز تداول الغاز الأوروبية نذكر، على سبيل المثال، TTF الهولندي و PSV الإيطالي و PEG الفرنسي و THE الألماني وVTPالنمساوي و PVB الإسباني و ZTP البلجيكي. ومن بين أشهر بورصات الغاز الأوروبية، نذكر منها تلك المبينة في الجدول أدناه.

الجدول (I.2): نظرة عامة على أشهر مراكز الغاز في دول الاتحاد الأوروبي

الدولة		اسم المركز	التصنيفات
بلجيكا		Zeebrugge Trading Point (ZTP)	نشط
فرنسا		Trading Region France[14] (TRF)	نشط
ألمانيا		Trading Hub Europe (THE)	نشط
اليونان		GR virtual trading point	في التطوير/ منخفض
إيطاليا		Punto di Scambio Virtuale (PSV)	نشط
هولندا		Title Transfer Facility (TTF)	عالي
البرتغال		MIBGAS	في التطوير/ منخفض
إسبانيا		Punto Virtual de Balance (PVB)	نشط

المصدر: الباحث من خلال مواقع المراكز الغاز الأوروبية.

I.3.6. كيفية تداول الغاز في المراكز الأوروبية

تعمل بورصة الغاز بنفس طريقة التي تشتغل بها بورصة السلع الكلاسيكية. وقد صار ممكن تداول الغاز الطبيعي كباقي السلع الأخرى في الأسواق المنظمة (مراكز تداول الغاز) في أوروبا

[14] قبل 1 نوفمبر 2018، كان هناك PEG في فرنسا في كل منطقة من مناطق السوق لشبكة الغاز الفرنسية: PEG Nord وTRS (منطقة التجارة الجنوبية، التي جمعت بين منطقتي GRTgaz Sud وTerega). منذ 1 نوفمبر 2018، تم دمج منطقتي PEG لتشكيل TRF (منطقة التجارة الفرنسية) لإنشاء منصة السوق الموحدة للغاز في فرنسا (TRF) بغرض ضمان أمن الإمدادات، وضمان سعر واحد وإلغاء الفوارق بين منطقتي الشمال والجنوب، وجعل السوق الفرنسية أكثر تنافسية وترابطًا مع الأسواق الأوروبية الرئيسية. وقد بدأت عملية دمج مناطق النقل المختلفة في فرنسا في عام 2003 من قبل لجنة تنظيم الطاقة (CRE) وامتدت على مدار 15 عامًا. وقد تم إنشاء TRF الفرنسي للغاز بالاشتراك بين شركتي تيريجا (Terega) وGRTgaz، وهما مشغلا البنية التحتية للغاز في فرنسا.

الذي بدأ في الظهور في منتصف التسعينيات، لكنه انتشر فعليًّا في الاتحاد الأوروبي خلال العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، بفضل تحرير السوق. كما يمكن أن يرتبط التداول في الغاز الطبيعي إما بكمية الغاز الطبيعي، أو بقدرته، أو بمزيج من الاثنين معًا. ومع الزيادة التدريجية في أسعار الغاز الطبيعي (بسبب انخفاض المخزونات والموارد)، أصبحت بورصات الغاز ضرورية لتوفير مصدر للمعلومات عن أسعار السوق، مما يجعل الأسعار أكثر شفافية، سواء بالنسبة للمعاملات داخل البورصة أو خارجها. بالإضافة إلى تبادلات الغاز، يمكن أيضًا شراء الغاز من تجار الجملة الذين يتاجرون بالغاز (وقدراتهم وحقوق خطوط الأنابيب) مع بعضهم البعض على أساس السوق.

2.3.6.I. دور مركز/منصَّة تداول الغاز الهولندية TTF

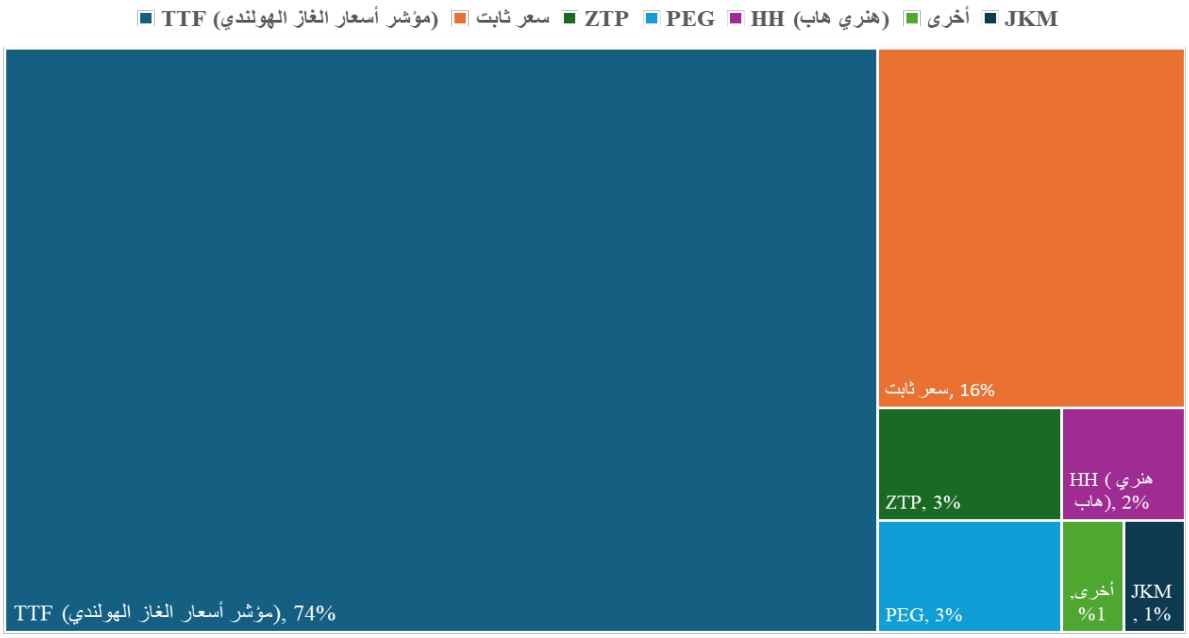
يجري تداول أسعار سوق الغاز الطبيعي في جميع أنحاء أوروبا في سياق اتساع نطاق التداول في المراكز. منذ عام 2018، أصبح مركز الغاز الهولندي TTF أكثر ديناميكية ويرجع ذلك أساسًا إلى زيادة أحجام التداول، وتوسيع قاعدة المشاركين (خاصة التجار الدوليين)، ودوره المتزايد كمرجع لسعر الغاز الطبيعي في أوروبا. في عام 2021، كان هناك 28 مركزًا لتجارة الغاز، مع الاعتراف بمركز التداول TTF و NBP باعتبارهما المركزين الأوروبيين "الناضجين"، أي حيث تعتبر أسواق تداول الغاز على نطاق واسع أنها شفافة وسائلة[15] وعميقة. وتم تصنيف أربع منصات على أنها نشطة، وخمس منصات على أنها فقيرة والباقي على أنها غير نشطة[16]. ويعد مركز التداول TTF أكبر مركز على الإطلاق من حيث عدد المنتجات المتاحة وحجم التداول. لقد نما مركز التداول TTF بسرعة بسبب جاذبيته للمشاركين والمتداولين في السوق – المتحوّطون والمراجحون والمضاربون – الذين يتطلعون ليس فقط إلى التحوط من تعرضهم للغاز الطبيعي في أوروبا، ولكن أيضًا للمراجحة في إمدادات الغاز الطبيعي المسال العالمية (LNG).

[15] يحصل جميع موردي الطاقة على إمداداتهم من سوق الجملة، الذي يعمل وفق مفهوم المشترين والبائعين الراغبين. وهذا يسمح لنا بشراء احتياجات الشركات من الغاز (والكهرباء) بسعر عادل ومعقول. باختصار، السوق الفعالة والتي تعمل بشكل جيد هي ما يسمى بالسوق السائلة. ومع ذلك، فإن نقص السيولة له تأثير كبير على التجارة والقدرة على شراء الطاقة. وهذا يعني أنه يتعين على الموردين الشراء بأسعار أعلى لأنه لا يوجد حجم كافٍ متاح في السوق. وبالمثل، قد يقول البائعون إن السيولة منخفضة لأنه لا يوجد عدد كافٍ من الأشخاص الذين يحاولون - أو يرغبون - في الشراء. باختصار، السيولة هي خاصية السوق التي تسمح للمشتري أو البائع بإتمام الصفقة بسرعة دون التسبب في تغيير كبير في سعر السلعة. يشير عمق السوق على وجه التحديد إلى قدرة السوق على استيعاب الطلبات الكبيرة دون أن يتغير السعر بشكل كبير. تتميز الأسواق العميقة والسائلة عمومًا بأعداد كبيرة من المشترين والبائعين الراغبين الذين يتاجرون بشكل متكرر مع بعضهم البعض وحيث يتم توزيع أوامر الشراء والبيع كبيرة الحجم على نطاق واسع حول سعر السوق السائد.

[16] للمزيد عن التفاصيل حول التصنيفات، يمكن، على سبيل المثال، الرجوع الى المقال لأكسفورد الصادر في 2021 والموجود في قائمة المراجع . Oxford Institute for Energy Studies (2021)

وهكذا، ظلّ مؤشر TTF المؤشر السعري المهيمن لتسعير الغاز الطبيعي المسال الفوري في الاتحاد الأوروبي عام 2025، حيث شكّل مرجعًا لـ 74% من أحجام التداول الفوري. في المقابل، لم تلعب مراكز إقليمية أخرى، مثل المؤشر البلجيكي ZTP والمؤشر الفرنسي PEG، سوى دور هامشي في تحديد أسعار الغاز الطبيعي المسال الفورية، إذ لم تتجاوز حصتها 3% من إجمالي الأحجام المُفهرسة. بينما ارتفعت مؤشرات الأسعار الثابتة بشكل طفيف، لتصل إلى 16% من صفقات الغاز الطبيعي المسال الفورية في دول الاتحاد الأوروبي (الشكل). كما أن اعتماد أوروبا المتزايد على الغاز الطبيعي الطبيعي المُسال – خاصة الأمريكي – سيؤدي إلى جعل أسعار الغاز الطبيعي المُسال أكثر عرضة للتغيرات في الديناميكيات العالمية.

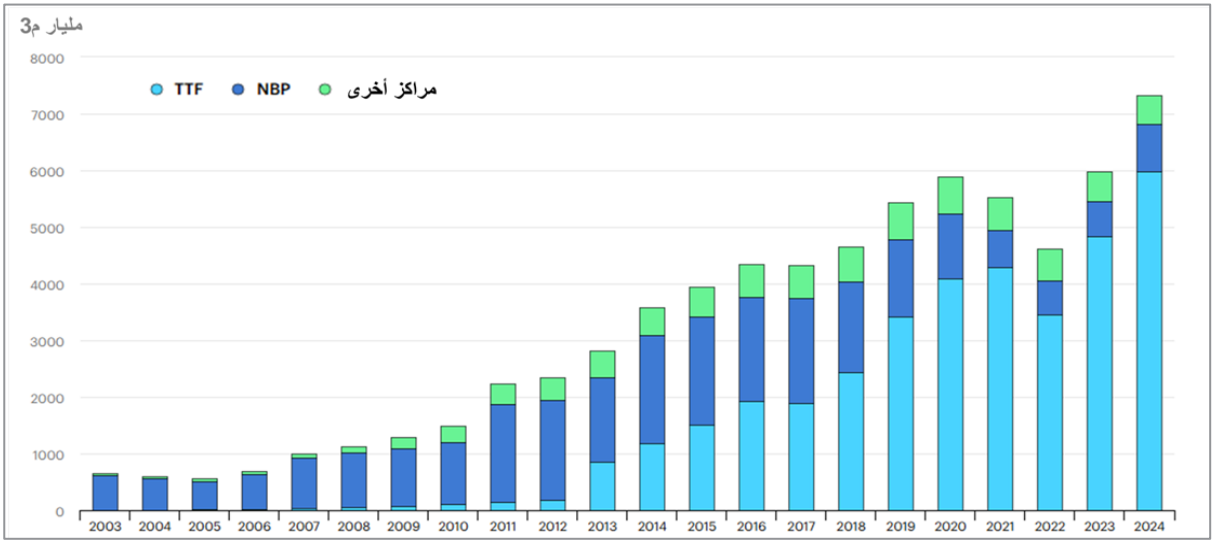
الشكل (3.I): توزيع مؤشرات التداول الفوري في أوروبا في عام 2025 (%)



المصدر: استنادًا للمعلومات المستمدة من وكالة الاتحاد الأوروبي "أيسر" من تقييم أسعار الغاز المسال، مايو 2026.

وخلال العشرين عامًا الماضية، ارتفعت تجارة الغاز بأكثر من عشرة أضعاف حيث بلغت أحجام التداول مستوى قياسيًا بلغ 7300 مليار متر مكعب في عام 2024، أي ما يزيد بنحو 15 ضعفًا عن إجمالي الطلب الأوروبي. ويُعزى هذا النمو القوي بشكل رئيسي إلى الارتفاع الكبير في تداول المشتقات عبر عدد من المراكز الراسخة، وخاصةً المراكز الهولندية TTF والبريطانية NBP.

الشكل (4.I): تداول الغاز الطبيعي في أوروبا من حيث الحجم، 2002-2024



المصدر: وكالة الطاقة الدولية، يوليو 2025.

3.3.6.I. مراكز تداول الغاز الأوروبية وأهمية استمرارها

تشهد أسواق الغاز الأوروبية اضطرابات كبيرة في السنوات الأخيرة، مما أدى إلى إعادة تعديلات كبيرة لأسواق التداول في القارة. وكانت هناك مناقشات مستمرة في الدوائر السياسية وفي صناعة الطاقة فيما يتعلق ليس فقط بمستقبل الغاز الطبيعي في مزيج الطاقة، ولكن أيضًا حول كيفية حل المشكلة العاجلة المتمثلة في "استبدال" الغاز الروسي لتلبية احتياجات الطلب في أوروبا.

ولمعرفة مراكز تداول الغاز الأوروبية وأهمية استمرارها، يُمكن الاستعانة بالورقة[17] التي قدمها الباحث "باتريك هيذر"، من "معهد أكسفورد لدراسات الطاقة". حيث قام المؤلف من خلال تحليل نتائج بيانات التداول في عام 2022 لمراكز تداول الغاز في أوروبا، من أجل التمكن من تقييم ما إذا كانت هذه المراكز لا تزال ذات صلة، أم لا، في تسعير عقود الغاز المادية طويلة الأجل؟

وفقًا لملخص العناصر الأساسية الخمسة، فإن (TTF) يعد الآن "المركز الأول" الناضج الوحيد. كما أن NBP انتقل من مركز ناضج إلى مركز نشط من "المستوى الثاني" في عام 2021 وظل عند هذا المستوى في عام 2022. ثم حدث انخفاض تدريجي في الدرجات للمراكز النشطة الثلاثة التالية: THE و TRF و VTP. ومن بين المراكز الأربعة الفقيرة من "المستوى الثالث"،

[17] الورقة بعنوان European Traded Gas Hubs: their continued relevance والتي نشرها المعهد في يونيو 2023 على موقعه ويمكن تحميلها على الرابط لموقع المعهد (OIES).

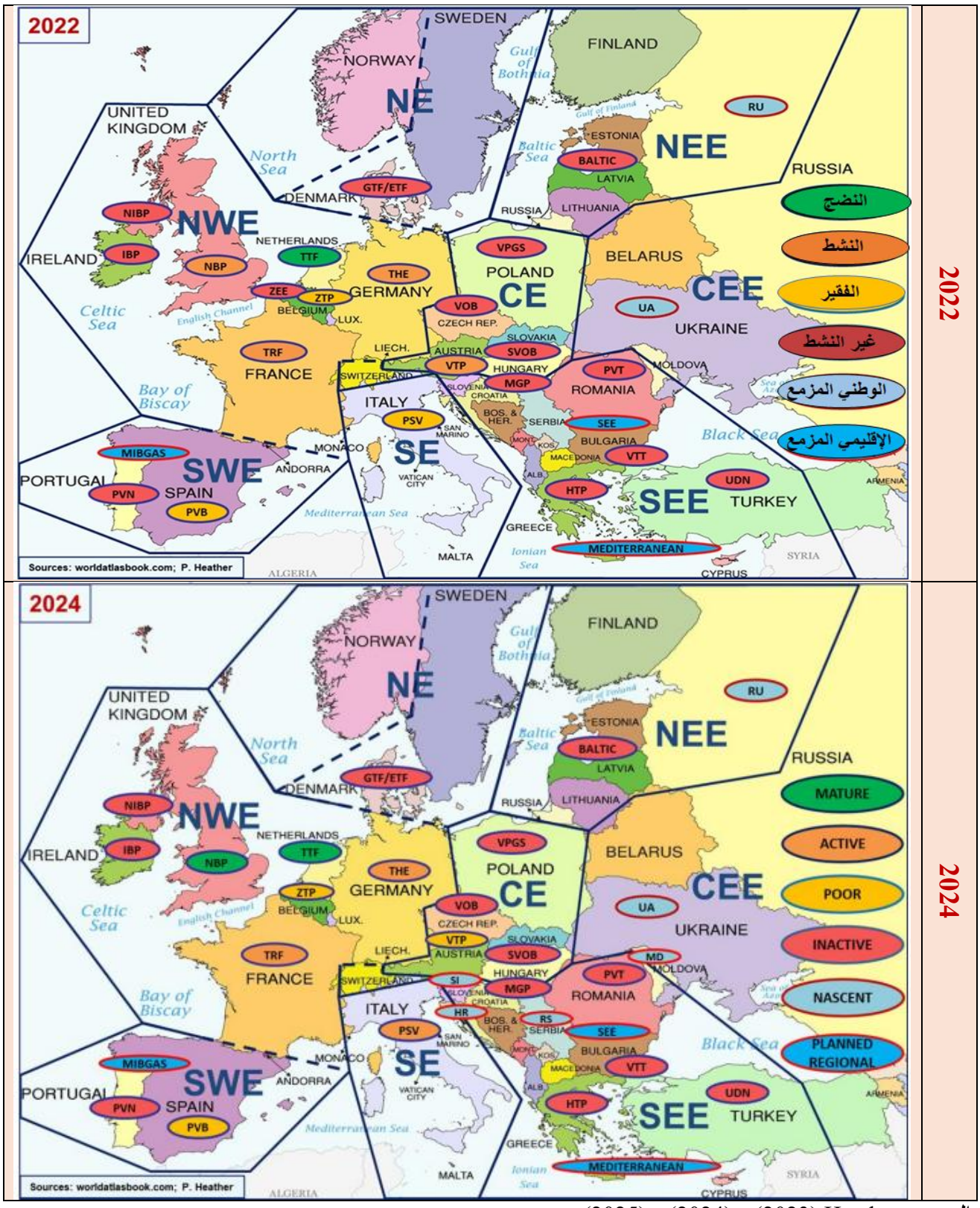
تراجع مركز التداول PSV في عامي 2021 و 2022 إلى 20/7 فقط؛ كما قام مركز التداول ZTP بتحسين وضعيته بإضافة 3 نقاط ليصل إلى 15/7؛ أما مركز التداول PVB فتراجع بنقطتين من درجاته لعامي 2020 و 2021. وكانت العلاقة الضعيفة للغاية بين المراكز الأوروبية في عام 2022 تتمثل في مركز زيبروغ ZEE الذي أصبح الآن جزءًا من فئة "المستوى الرابع" الجديدة غير النشطة بتصنيف.

يتضح من التحليل، أنه ليس هناك شك في أن العديد من المراكز الأوروبية تقدم إشارات التسعير الصحيحة في أسواقها المعنية، بل إنها توفر أيضًا القدرة للمشاركين في السوق على إدارة بعض المخاطر التي تتعرض لها محافظهم. لقد أصبح (TTF) عقدًا عالي السيولة، والذي، منذ سنوات الـ 2010، يتم استخدامه لتسعير العقود المادية ليس فقط في منطقة السوق الخاصة به، ولكن أيضًا على نطاق أوسع، في دول أوروبا الغربية المجاورة وفي بعض الدول الأوروبية الأخرى، كسعر معياري/مرجعي مستخدم في عقود التوريد المادية، وحتى عالميًا، كسعر مرجعي مستخدم في عدد من عقود الغاز الطبيعي المسال. ويمكن تمثيل مستوى نضج الأسواق الأوروبية الرئيسية لتجارة الغاز من خلال الخريطة الأوروبية لأهم مراكز تداول الغاز في الأسواق الأوروبية (الشكل أدناه).

كما يُظهر الشكل أيضًا جميع مراكز الغاز الأوروبية العاملة في نهاية عام 2023. حيث يمكن ملاحظة تصنيفها إلى مراكز "ناضجة" و"نشطة" و"ضعيفة" و"غير نشطة". في أوروبا، يوجد حاليًا مركز ناضج واحد فقط، وهو (TTF) الهولندي، حيث فقد المركز NBP البريطاني وضعه "الناضج" في عام 2021، وهو مصنف الآن على أنه نشط، إلى جانب ثلاثة مراكز أخرى، وهي مركز THE الألماني ومركز TRF الفرنسي ومركز PSV الإيطالي، وثلاثة مراكز ضعيفة وهي مركز VTP النمساوي ومركز PVB الإسباني ومركز ZTP البلجيكي؛ وجميع المراكز المتبقية مصنفة على أنها غير نشطة؛ وقد توقف مركز ZEE البلجيكي عن التداول اعتبارًا من أكتوبر 2023.

يتطلب الهدف طويل الأجل المتمثل في إنشاء سوق أوروبية موحدة للغاز الطبيعي مزيدًا من التنسيق بين الأسواق الحالية. يمكن تقييم مستوى نضج هذه الأسواق من خلال مراعاة **خمسة عوامل**، وهي: ①- عدد المشاركين/المتداولين في السوق؛ ②- وتنويع المنتجات؛ ③- والأحجام المتداولة؛ ④- وتبادل البيانات؛ ⑤- ومعدل التناقص.

الشكل (5.I): مناطق وأسواق ومراكز الغاز الأوروبية: أعوام 2022 و2024



المصدر: Heather (2023) و (2024) و (2025).

I.7. الأزمة الروسية-الأوكرانية والحاجة الماسة إلى إصلاحات في أسواق الطاقة الأوروبية

تسلط أزمة الطاقة الحالية الضوء مرة أخرى على اعتماد أوروبا الهائل على الوقود الأحفوري المستورد. كما أن هذه الأزمة جاءت لتوضح مدى ضعف الاقتصادات الأوروبية أمام التوترات الجيوسياسية وعواقبها على أسعار الغاز (والنفط)، والتي تعتمد في الغالبية الغالبية العظمى منها على الخارج. كما أن الارتفاع الهائل الذي عرفته أسعار الطاقة – إلى مستويات مرتفعة للغاية – يثير استياء وخيبة أمل كبيرة بين الشركات والأسر المعيشية لا سيما أسعار الكهرباء.

وبالتالي، فإن الأزمة الحالية توضح كلًا من نقاط القوة (التضامن والتنسيق بين البلدان، وتحقيق التوازن بين الشبكة بأقل تكلفة في أي وقت) ونقاط الضعف (عدم وجود إشارات طويلة الأجل للاستثمار، وتعرض المستهلكين النهائيين لتقلبات الأسعار) في أسواق الكهرباء الأوروبية. ومنه، فان ثمة حاجة ماسة حاليًا إلى إصلاحات كبيرة لأسواق الطاقة (الكهرباء) الأوروبية. وبينما يظل عمل سوق الطاقة الأوروبي في قلب المناقشات التي أعقبت أزمة الطاقة الحالية، ينظر العديد من مراكز الأبحاث والجهات الفاعلة في هذه المسألة من خلال تسليط الضوء على مشكلتين بارزتين:

- **أولاً، أسواق الجملة:** نجحت هذه الأسواق في القيام بما صممت من أجله وهو ضمان التوازن بين الإنتاج والاستهلاك في لحظة زمنية معينة. ومع ذلك، فإنها لا ترسل إشارات الاستثمار المناسبة وتعد هذه المشكلة الأولى.

- **ثانيًا، أسواق التجزئة:** أما المشكلة الثانية فتكمن في أسواق البيع بالتجزئة، إذ تفرض هذه الأسواق على المستهلك النهائي تقلبات أسعار الجملة التي ينبغي لها أن تحميه منها.

ولحل ذلك، فإنه بالرغم من التوجهات المختلفة يدعو بعض المختصين في أسواق الطاقة بـ"إصلاحات واسع النطاق" بدلاً من "إجراء تغيرًا جذريًا" أو إصلاح شامل لسوق الطاقة الأوروبية.

I.8. تطور أسعار الغاز الطبيعي في أوروبا

ما بين عامي 2021-2022، تأثرت أوروبا بارتفاع أسعار الطاقة أكثر من الولايات المتحدة وآسيا، بما يتراوح بين 2 إلى 3 مرات أكثر بالنسبة للكهرباء، وما يتراوح بين 1 إلى 5 مرات أكثر بالنسبة للغاز، وهو ما يواصل تآكل قدرتها التنافسية. بحيث كان عام 2022 عامًا صعبًا على أسواق الطاقة – بشكل خاص أسواق الغاز – الأوروبية، كما كان عامًا مزدهرًا لمصدري الطاقة في جميع أنحاء العالم. حتى قبل بداية الأزمة الروسية-الأوكرانية، كانت أسعار النفط في مسار تعافي (تضاعفت

تقريبًا في عام 2021، من 50 إلى 80 دولارًا للبرميل)، وارتفعت أسعار الغاز الطبيعي في أوروبا بشكل كبير (من 20 إلى 120 يورو/ميغاواط ساعة).

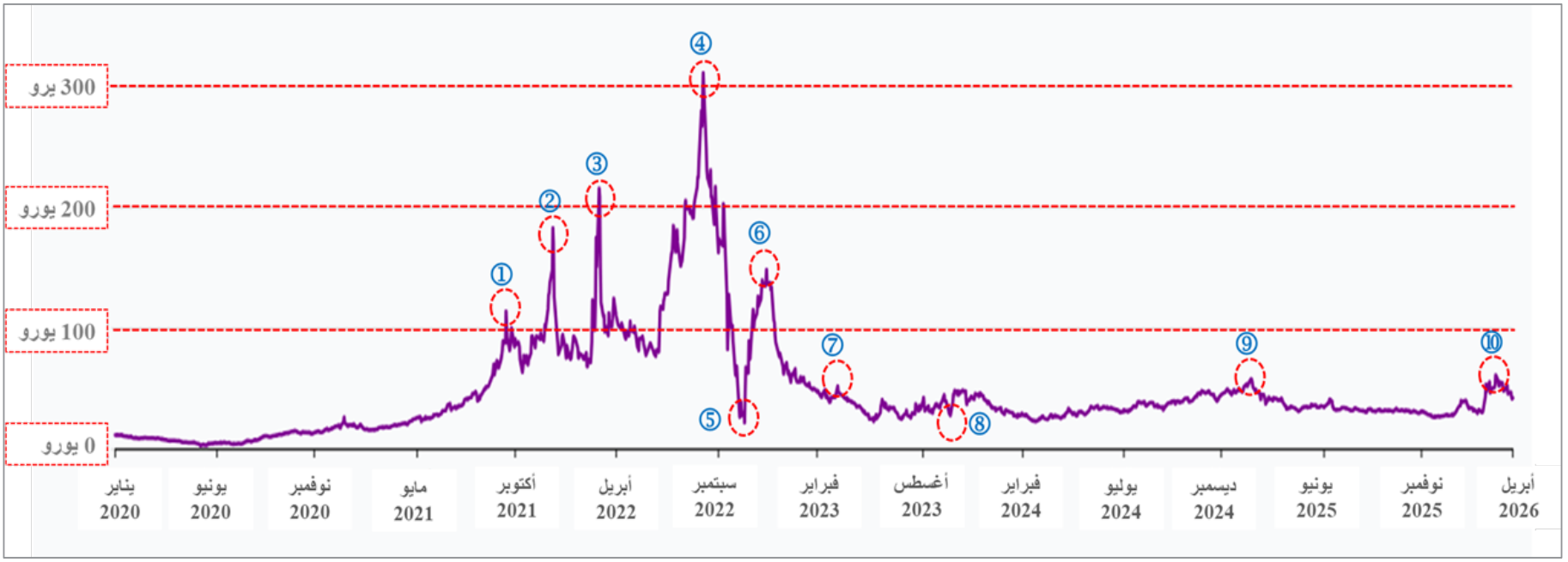
خلال عام 2024، بلغ سعر الغاز الأوروبي (TTF) 34 يورو/ميغاواط ساعة. ومع ذلك، ظل أعلى بكثير مما كان عليه قبل الجائحة. ومع نهاية عام 2024، أدى انخفاض الاحتياطيات الأوروبية، الذي تفاقم بسبب انخفاض درجات الحرارة وحالة عدم اليقين المرتبطة بانتهاء عقد عبور الغاز الذي يربط روسيا وأوكرانيا عبر شبكة أنابيب الغاز الأوكرانية، إلى وصول أسعار العقود إلى أعلى مستوى لها. كما استمرت الفجوة بين سعر الغاز في أوروبا والولايات المتحدة في الاتساع على مدار عام 2024 إذ بلغ سعر الغاز الأوروبي حوالي 5 أضعاف من سعره في الولايات المتحدة، وهو ما له تأثير بالسالب على الصناعة الأوروبية. وقد أبرز تقرير صادر عن رئيس البنك المركزي الأوروبي السابق **"ماريو دراغي"** في التقرير الذي يحمل اسمه **"تقرير دراغي[18]"** حول تنافسية الاتحاد الأوروبي أن: *"أسعار الغاز الطبيعي المسال عادةً ما تكون أعلى من أسعار غاز خطوط الأنابيب في الأسواق الفورية نظرًا لتكاليف التسييل والنقل"*.

في عام 2025، تراوحت أسعار الغاز الأوروبي (TTF) بشكل عام بين 30 يورو/ميغاواط ساعة و50 يورو/ميغاواط ساعة. وشهدت الأسعار ارتفاعًا ملحوظًا خلال فترة فصل الشتاء حيث ارتفعت أحيانًا 50 يورو/ميغاواط ساعة قبل أن تنخفض بشكل كبير في النصف الثاني من العام.

في الربع الأول من عام 2026، شهد سوق الغاز تقلبات حادة وحالة عدم اليقين وعدم الاستقرار بسبب التوترات في الشرق الأوسط، وخاصة تلك المتعلقة بالصراع الأمريكي-الإيراني، الذي أدى إلى فترات من التقلبات في ضوء خطر حدوث اضطرابات في عبور شحنات الغاز الطبيعي المسال عبر "مضيق هرمز"، مما ساهم في ضيق الميزانيات العمومية على مستوى العالمي وارتفاع حساسية الأسعار تجاه الأحداث التوترات الجيوسياسية الكبيرة.

[18] يشير "تقرير دراغي"، الذي تم نشره في 9 سبتمبر 2024، حول مستقبل القدرة التنافسية الأوروبية إلى خطر تراجع الاقتصاد الأوروبي أمام الولايات المتحدة والصين. ويقترح استراتيجية شاملة تتمحور حول الابتكار، وإزالة الكربون، وأمن الإمدادات. كما أثار هذا التقرير ردود فعل كثيرة، ويرجع ذلك إلى حد كبير إلى أسلوبه التشاؤمي وبعض مقترحاته، مثل إعادة إطلاق خطة استثمارية رئيسية ممولة من صناديق أوروبية.

الشكل (6.I): أسعار الغاز الطبيعي في السوق الفورية "اليوم التالي" TTF



المصدر: الباحث استنادا لبيانات "بورصة الطاقة الأوروبية". **التعليق:** يوضح هذا الرسم البياني تطور أسعار الغاز في السوق الفورية عند نقطة التبادل TTF، أي أسعار شراء الغاز للتسليم في اليوم التالي (السعر الفوري: يورو لكل ميغاواط/ساعة).

نقدم هنا أسعار نقطة تبادل الغاز الافتراضية الهولندية (TTF). تُستخدم نقطة تبادل TTF كمعيار لتحديد أسعار الغاز في أوروبا. يشير سعر السوق الفوري إلى سعر استهلاك الغد. أما في أسواق العقود الآجلة، فيُحدد سعر غاز TTF اليوم للتسليم المستقبلي. كما يعكس سعر الغاز بشكل واضح تقييم السوق العام لحالة الإمدادات، بحيث وصل خلال الصراع في الشرق الأوسط إلى 55.4 يورو ⑩ يوم 2026/3/26.

①	2021/10/6: وصل سعر الغاز إلى 102.7 يورو.	④	2022/08/25: وصل سعر الغاز إلى 311.3 يورو.	⑦	2023/04/4: وصل سعر الغاز إلى 47.3 يورو.
②	2021/10/6: وصل سعر الغاز إلى 102.7 يورو.	⑤	2022/11/1: انخفض سعر الغاز إلى 22 يورو.	⑧	2023/10/5: انخفض سعر الغاز إلى 28.1 يورو.
③	2022/03/7: وصل سعر الغاز إلى 216 يورو.	⑥	2022/12/8: وصل سعر الغاز إلى 137 يورو.	⑨	2025/02/11: وصل سعر الغاز إلى 57.6 يورو.

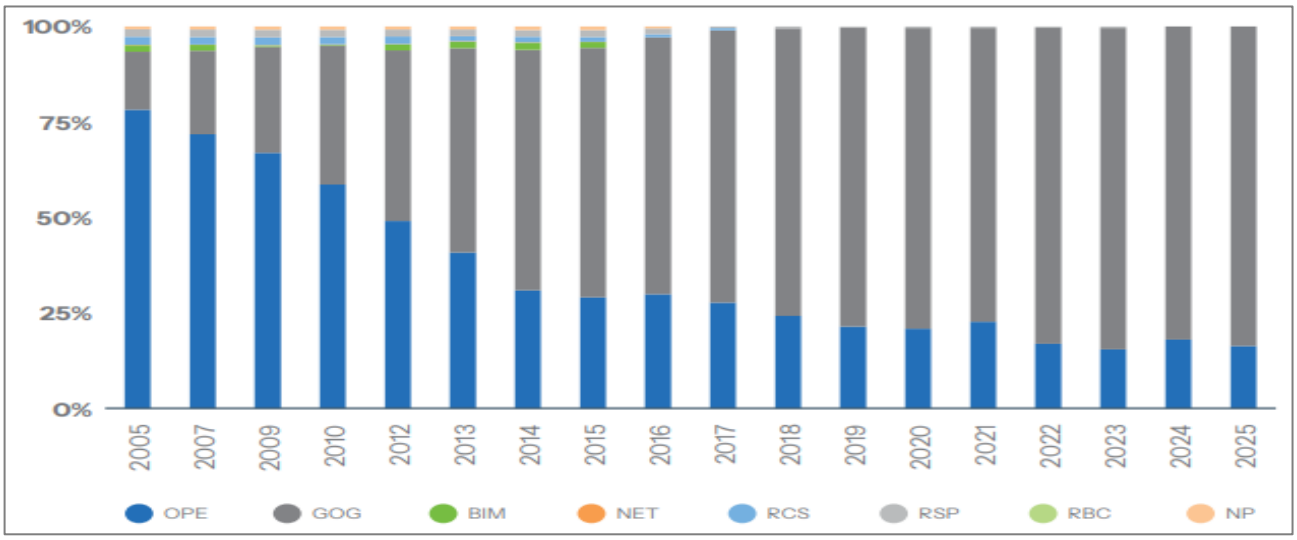
I.1.8. ارتفاع قياسي في أسعار الغاز - كيف حدث ذلك؟

أحدث صدمة أسعار الغاز الطبيعي في عام 2022 إلى أكبر ارتفاع في أسعار الوقود الأحفوري في أوروبا منذ منذ السبعينيات. حيث لم تشهد الأسواق مثل هذه الأسعار المرتفعة والمتقلبة للغاز الطبيعي من قبل عام 2021 وعام 2022. ويُمكن إرجاع ذلك لعدة أسباب منها: **(أ)-** الصراع الروسي-الأوكراني المستمر وفي ظل التوترات الجيوسياسية؛ **(ب)-** انخفاض إمدادات الغاز من روسيا الذي أدى إلى ارتفاع كبير في أسعار الغاز، وبالتالي في أسعار الكهرباء؛ **(ج)-** ارتفاع أسعار الغاز بنحو 200%، منذ عام 2021، بينما ارتفعت أسعار الكهرباء بنسبة 152%.

I.2.8. تطورات تكوين أسعار الغاز في أوروبا على المدى الطويل

تُعد أوروبا واحدة من المناطق التي شهدت أهم التغييرات في" آليات تكوين الأسعار". ولم يكن التغيير في آليات تكوين الأسعار في أوروبا شاملاً لجميع أنحاء المنطقة. لقد كان هناك تحول مستمر على نطاق واسع من OPE إلى GOG منذ عام 2005، حيث ارتفعت حصة GOG من 15% في عام 2005 – عندما كانت حصة OPE 78% – إلى 82% في عام 2024، ثم إلى 84% في عام 2025، مع حصة OPE عند حوالي 18%. وكان التحول التدريجي من المعاملات المرتبطة بأسعار النفط الخام OPE إلى نظام GOG مدفوعًا في البداية بالواردات عبر خطوط الأنابيب والإنتاج في أوروبا في ظل تحرير السوق، ولكنه تسارع لاحقًا مع الارتفاع الحاد في تجارة الغاز المسال العالمية، والذي كان مدفوعًا بشكل أساسي مع وصول المزيد من الغاز المُسال الأمريكي وكذا في الأسواق الفورية إلى أوروبا.

الشكل (I.7): تكوين الأسعار في أوروبا من 2005 إلى 2025



المصدر: تقرير الاتحاد الدولي للغاز لعام 2025، الصادر في مايو 2026.

الفصل الثاني: أهم قرارات الاتحاد الأوروبي لإدارة أزمة الطاقة

جعلت أزمة أسعار الطاقة، في خريف عام 2021، التي نجمت بشكل رئيسي عن ارتفاع أسعار الغاز، والتي قفزات بنسب قياسية مع الأزمة الروسية-الأوكرانية، الدول الأعضاء والمفوضية الأوروبية تتخذ عدة تدابير وإجراءات طارئة في إطار خطة "REPowerEU" المصادق عليها في مايو 2022. بالفعل، في سياق هذه الأزمات، أصبح أمن إمدادات الغاز ركيزة أساسية في سياسة الطاقة الأوروبية. وقد أدى السياق الجيوسياسي الأكثر تعقيدًا، منذ عام 2022، والاعتماد المتزايد على واردات الغاز الطبيعي المُسال، والتوترات في الأسواق، مراجعة الإطار التنظيمي الذي لم يعد يتناسب للوضع الجديد.

ويُظهر تطور الإطار التنظيمي الأوروبي أن الاتحاد الأوروبي قد حاول جاهدًا لإجراء إصلاحات ووضع لوائح تنظيمية كانت – أغلبها – مدفوعة برد فعل على أزمات محددة أكثر منها بتخطيط استباقي. وقد اتبع النهج نمطًا واضحًا من العمل والاستجابة، حيث تم تكييف الإطار التنظيمي بعد كل تحدٍ جديد لتعزيز مرونة نظام الغاز.

ولإن أي دراسة عن سوق الغاز الطبيعي – التي تختلف عن سوق النفط – يجب بالضرورة أن تأخذ في الاعتبار ليس فقط أساسيات السوق، أي مثل العوامل المؤثرة على العرض والطلب، والبنية التحتية، والأسعار العالمية، ولكن أيضًا عوامل أخرى. ومن ضمن هذه العوامل ويزداد هذا الأمر أكثر أهميةً عند التعامل مع أوروبا، حيث الإطار التنظيمي في تطور دائم وباستمرار.

وبالتالي، سيركز **الفصل الثاني** من الدراسة على أهم المحطات الرئيسية التي تفسر كيف دفعت أزمات الطاقة إلى إجراء مراجعات متتالية للإطار التنظيمي وخاصة منذ بداية الأزمة الروسية-الأوكرانية.

الشكل (1.II): سوق الغاز الطبيعي بين أساسيات السوق واللوائح والتوجيهات الأوروبية

الجوانب	أساسيات السوق	اللوائح والتوجيهات الأوروبية	
العرض والطلب	يُعدّ التفاعل بين الطلب والعرض أمرًا بالغ الأهمية.	تكامل السوق	تهدف سياسات الاتحاد الأوروبي إلى تكامل السوق من خلال تعزيز المنافسة والترابط من خلال التوجيهات واللوائح، مثل تلك التي تنظم الوصول إلى شبكات النقل.
البنية التحتية	يُعدّ توافر الأصول المادية وترابطها، بما في ذلك خطوط الأنابيب والمحطات، أمرًا أساسيًا لعمل السوق. وتبرز أهمية البنية التحتية من خلال المشاريع التي يدعمها الاتحاد الأوروبي والحاجة إلى التنويع.	إزالة الكربون والطاقة الجديدة	تعمل سياسة الاتحاد الأوروبي بنشاط على تعزيز الانتقال إلى مصادر الطاقة منخفضة الكربون. ويشمل ذلك مراجعة الإطار التنظيمي لاستيعاب مصادر جديدة مثل الهيدروجين وتغيير دور الغاز الطبيعي، كما رأينا في "حزمة إزالة الكربون من الغاز" الأخيرة.
ديناميكيات الأسعار	تتأثر الأسعار قصيرة الأجل بشكل كبير بالأساسيات، ولكن على السوق أيضًا مراعاة العوامل طويلة الأجل والتقلبات المحتملة.	سياسة البنية التحتية	يلعب الاتحاد الأوروبي دورا في دعم البنية التحتية للطاقة، على الرغم من أن "أجندة" إزالة الكربون تفرض حاليا إعادة تقييم مشاريع الغاز الجديدة وقدرتها على الاستمرار على المدى الطويل.
		أمن الطاقة	صُممت لوائح، على سبيل المثال، إطار عمل أمن إمدادات الغاز (SoS) لضمان موثوقية إمدادات الغاز من خلال قواعد مشتركة لتقييم المخاطر والتخطيط لحالات الطوارئ.

الترابط بين أساسيات السوق واللوائح

بإيجاز	**كمُحصِّلة، يخضع السوق الداخلي للغاز (والكهرباء) في الاتحاد الأوروبي لقواعد قانونية (توجيهات ولوائح) محددة على مستوى الاتحاد الأوروبي، من خلال التعاون أو التنسيق بين الدول الأعضاء أو هيئاتها التي لكل منها طريقة عملها الخاصة. لذا، ينبغي لأي دراسة شاملة لسوق الغاز الطبيعي الأوروبي أن تعتمد منظورًا مزدوجًا، من خلال تحليل أساسيات السوق واللوائح والتوجيهات الأوروبية.**

المصدر: الباحث.

II. عملية صنع القرار في الاتحاد الأوروبي

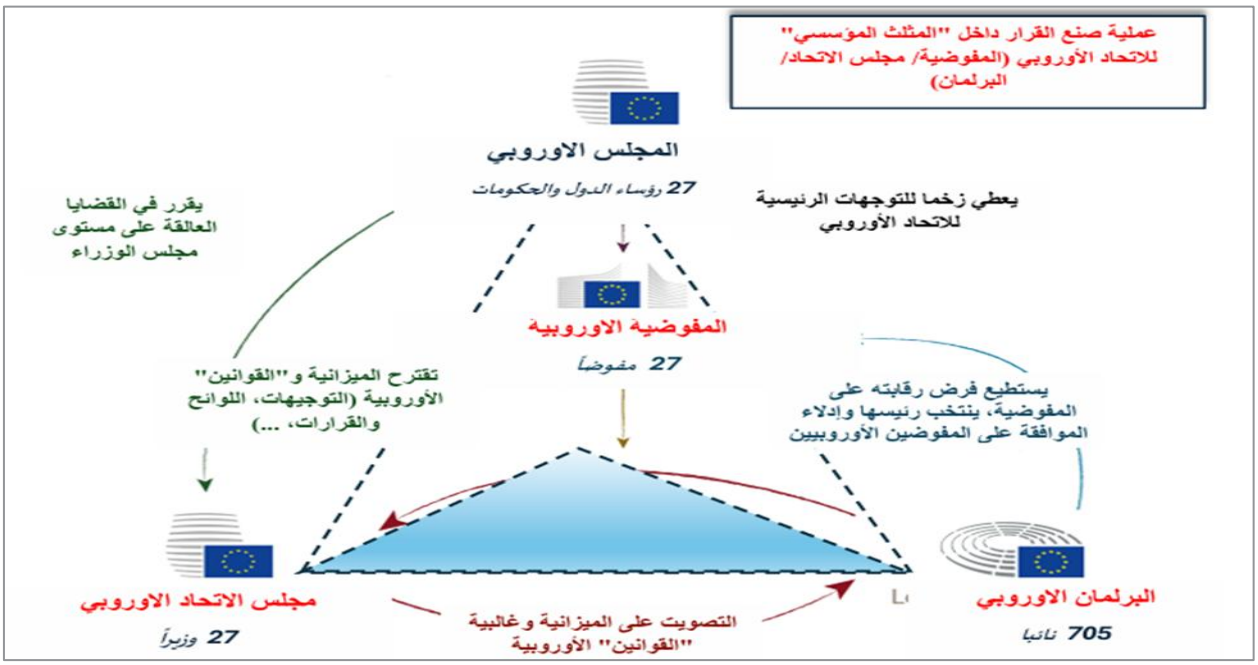
إن النظام المؤسسي للاتحاد الأوروبي (EU) فريد من نوعه ويختلف اختلافًا جذريًا عن الأنظمة المؤسسية في الدول الأعضاء الـ 27. تتمتع كل مؤسسة من المؤسسات الأوروبية بتنظيمها الخاص، وأعضائها المحددون، وتعمل وفقًا لنظام راسخ بالتعاون مع المؤسسات الأخرى في الاتحاد. ومن بين المؤسسات الأوروبية الفاعلة والتي تشارك في عملية صنع القرار توجد أربع مؤسسات بشكل مباشر في تطوير التشريعات واللوائح، وهي: المفوضية الأوروبية، المجلس الأوروبي، البرلمان الأوروبي ومجلس الاتحاد الأوروبي.

ويعتمد سير عمل الاتحاد الأوروبي على "المثلث المؤسسي" المكون من **ثلاث مؤسسات** وهي:

1. **المفوضية الأوروبية** التي تدافع عن المصلحة العامة للاتحاد الأوروبي.
2. **مجلس الاتحاد الأوروبي** الذي يمثل ويدافع عن مصالح الدول الأعضاء.
3. **البرلمان الأوروبي** الذي يمثل صوت مواطني الاتحاد.

وتعتبر المؤسسات الأوروبية هي جهات سياسية فاعلة في البناء الأوروبي الذي أنشأته "معاهدة روما" عام 1957. ومع توقيع "معاهدة لشبونة" في 13 ديسمبر 2007 ودخولها حيز التنفيذ في 1 ديسمبر 2009، أصبح لدى الاتحاد الأوروبي سبع مؤسسات بعد أن كانت في السابق خمس مؤسسات فقط.

الشكل (2.II): عملية صنع القرار داخل الاتحاد الأوروبي



المصدر: الباحث مقتبس من موقع المفوضية الأوروبية.

1.II. كيفية اتخاذ القرار في الاتحاد الأوروبي؟

هناك أربع مؤسسات معنية باتخاذ القرار في الاتحاد الأوروبي، هي: المفوضية الأوروبية والبرلمان الأوروبي ومجلس الاتحاد الأوروبي والمجلس الأوروبي، من جهة.

من جهة أخرى، هناك هيئتان استشاريتان معنيتان: اللجنة الأوروبية للمناطق واللجنة الاقتصادية والاجتماعية الأوروبية. وتشمل عملية صنع القرار على مستوى الاتحاد الأوروبي مؤسسات أوروبية مختلفة نوجزها في الشكل أدناه.

الجدول (1.II): المؤسسات الأوروبية المختلفة في اتخاذ القرار

الرمز	المؤسسات الأوروبية المختلفة
European Parliament	• **برلمان الاتحاد الأوروبي:** يمثل مواطني الاتحاد الأوروبي ويتم انتخابه بشكل مباشر من قبلهم.
European Council	• **المجلس الأوروبي:** يتكون من رئيس الدولة أو حكومة الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي.
Council of the European Union	• المجلس: يمثل حكومات الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي.
European Commission	• **المفوضية الأوروبية:** تمثل مصالح الاتحاد الأوروبي برمته.

المصدر: الباحث مقتبس من موقع المفوضية الأوروبية.

2.II. أنواع الإجراءات القانونية في الاتحاد الأوروبي

يمكن سرد الأنواع المختلفة من التشريعات الثانوية للاتحاد الأوروبي في اللوائح، التوجيهات القرارات والتوصيات والآراء. في الأسطر التالية، سنقتصر على إعطاء تعاريف مختصرة للثلاثة الأولى منها.

1.2.II. اللوائح التنظيمية للاتحاد الأوروبي

اللوائح ذات تطبيق عام وملزمة في مجملها وقابلة للتطبيق المباشر. يجب الامتثال لها بالكامل من قبل الأشخاص الذين تنطبق عليهم (الأشخاص العاديين، والدول الأعضاء، ومؤسسات الاتحاد). تسري اللوائح بشكل مباشر في جميع الدول الأعضاء بمجرد دخولها حيز التنفيذ (في التاريخ المنصوص عليه أو، في

حالة عدم دخولها حيز التنفيذ، في اليوم العشرين التالي لنشرها في الجريدة الرسمية للاتحاد الأوروبي) ولا تحتاج إلى نقلها إلى القانون الوطني. وهي مصممة لضمان التطبيق الموحد لقانون الاتحاد الأوروبي في جميع الدول الأعضاء. وتحل اللوائح محل القوانين الوطنية التي تتعارض مع أحكامها الموضوعية.

II.2.2. التوجيهات الصادرة عن الاتحاد الأوروبي

تعتبر التوجيهات مُلزمة، فيما يتعلق بالنتيجة المراد تحقيقها، لأي من الدول الأعضاء أو جميع الدول الأعضاء التي توجه إليها ولكنها تترك للسلطات الوطنية اختيار الشكل والطرق. ويجب على المشرعين الوطنيين اعتماد قانون ناقل أو "إجراء تنفيذي وطني" لنقل التوجيهات ومواءمة القانون الوطني مع أهدافها. ولا يُمنح المواطنون الأفراد حقوقًا ويلتزمون بالإجراء القانوني إلا بعد اعتماد القانون الناقل. تُمنح الدول الأعضاء بعض السلطة التقديرية، عند نقل التوجيهات، لمراعاة الظروف الوطنية الخاصة. يجب أن يتم النقل خلال الفترة المنصوص عليها في التوجيهات. وتضمن الدول الأعضاء، عند نقل التوجيهات، فعالية قانون الاتحاد الأوروبي، وفقًا لمبدأ التعاون الصادق المنصوص عليه في المادة 4 (3) من اتفاقية الاتحاد الأوروبي.

من حيث المبدأ، لا تُطبَّق التوجيهات بشكل مباشر. ومع ذلك، قضت محكمة العدل التابعة للاتحاد الأوروبي بأن بعض أحكام التوجيه قد يكون لها، بشكل استثنائي، آثار مباشرة في دولة عضو حتى لو لم تعتمد هذه الأخيرة بعد قانونًا ناسخًا في الحالات التالية:

(أ)- إذا لم يكن التوجيه قد نُقل إلى القانون الوطني أو إذا كان قد نُقل على نحو غير صحيح؛

(ب)- إذا كانت أحكام التوجيه إلزامية وواضحة ودقيقة بما فيه الكفاية؛ و

(ج)- إذا أحكام التوجيه تمنح حقوقًا للأفراد.

II.2.3. قرارات الإتحاد الأوروبي

القرارات ملزمة في مجملها. عندما يتم النص على الجهات الموجهة إليها (الدول الأعضاء، الأشخاص الطبيعيين أو الاعتباريين)، فهي ملزمة لها فقط، وتتناول حالات خاصة بتلك الدول الأعضاء أو الأشخاص. لا يجوز للفرد الاحتجاج بالحقوق التي يمنحها قرار موجه إلى دولة عضو إلا إذا كانت تلك الدولة العضو قد اعتمدت قانوناً ناقلاً. ويمكن أن تكون القرارات قابلة للتطبيق المباشر على نفس الأساس الذي تنطبق عليه التوجيهات. ولا تخول التوصيات والآراء أي حقوق أو التزامات لمن توجه إليهم، ولكنها قد توفر إرشادات بشأن تفسير قانون الاتحاد ومضمونه.

II.4.2. التوصيات الصادرة عن الاتحاد الأوروبي

تسمح التوصيات لمؤسسات الاتحاد الأوروبي بعرض وجهات نظرها وتقديم مسار عمل دون فرض أي التزام قانوني على من توجه إليه. التوصيات ليست ملزمة.

II.5.2. الآراء

إن ما يسمى بالآراء هي أداة تتيح لمؤسسات الاتحاد الأوروبي الإدلاء ببيان، دون فرض أي التزام قانوني على موضوعه. وعلى غرار التوصيات، ليس للآراء قوة إلزامية. ويمكن أن تصدر عن مؤسسات الاتحاد الأوروبي الرئيسية (المفوضية والمجلس والبرلمان) ولجنة الأقاليم واللجنة الاقتصادية والاجتماعية الأوروبية. أثناء وضع القوانين، تقدم اللجان آراءها من وجهة نظرها الإقليمية أو الاقتصادية والاجتماعية الخاصة بها. ومن الأمثلة على ذلك إصدار لجنة الأقاليم رأياً حول حزمة سياسة الهواء النظيف لأوروبا.

الشكل (3.II): أنواع الإجراءات القانونية في الاتحاد الأوروبي

اللائحة (Regulation)	التوجيه (Directive)	القرار (Decision)
• قانون تشريعي ملزم • قابل للتطبيق مباشرةً في الدول الأعضاء	• قانون تشريعي ملزم • يحدد هدفًا يجب على جميع الدول الأعضاء بتحقيقه • تقرر الدولة العضو الفردية كيف	• مُلزمة لمن تُوجَّه إليهم (مثل الدول الأعضاء أو الشركات). • قابل للتطبيق مباشرةً.
التوصيات	الآراء	⇦ غير ملزِمة

المصدر: الباحث مقتبس من موقع المفوضية الأوروبية.

II.3. اللوائح الأوروبية وحزمة العقوبات منذ بدأ أزمة الطاقة

منذ اندلاع الأزمة في أوكرانيا، طبّق الاتحاد الأوروبي عدة حزم من العقوبات وتدابير وإجراءات تنظيمية أخرى بهدف الحد من نفوذ روسيا ومعالجة أزمة الطاقة. وفي قطاع الطاقة، تشمل هذه الإجراءات حظرًا على النفط والفحم، ووضع حدود قصوى لأسعار النفط الروسي، واستبعاد البنوك الروسية من نظام سويفت (SWIFT)، بالإضافة إلى قواعد تخزين الغاز وإجراءات لخفض الاستهلاك.

1.3.II. أهم اللوائح (الاتحاد الأوروبي) بشأن أمن إمدادات الغاز الطبيعي

يعتمد الاتحاد الأوروبي على واردات الطاقة بينما يعرف الإنتاج المحلي انخفاضًا. ونظرا لأهمية الغاز الطبيعي في مزيج الطاقة في الاتحاد الأوروبي ومن أجل زيادة أمن إمدادات الطاقة في دول الاتحاد، وخاصة الغاز، اعتمد المجلس العديد من اللوائح[19] (الاتحاد الأوروبي)، نذكر من بينها:

- **لائحة المجلس (الاتحاد الأوروبي) 2578/2022:** المؤرخة بتاريخ 22 ديسمبر 2022 والتي تنص على إنشاء آلية لتصحيح السوق لحماية مواطني الاتحاد والاقتصاد من الأسعار المرتفعة بشكل مفرط، والتي تدخلت بشكل مباشر في سوق TTF.

- **اللائحة (الاتحاد الأوروبي) 1369/2022:** الصادرة في 5 أغسطس 2022 بشأن التدابير المنسقة لخفض الطلب على الغاز، والتي تدعو الدول الأوروبية إلى خفض استهلاكها من الغاز طواعيةً بنسبة 15% من 1 أغسطس 2022 إلى 31 مارس 2023. هذا التخفيض إلزاميًا إذا أصدر مجلس الاتحاد الأوروبي تحذيرًا بشأن الطاقة.

- **اللائحة (الاتحاد الأوروبي) 1032/2022:** المعدلة للائحة (الاتحاد الأوروبي) 1938/2017 واللوائح (المفوضية الأوروبية) رقم 2009/715 فيما يتعلق بتخزين الغاز، تلزم الدول الأعضاء بملء منشآت ومواقع تخزين الغاز في الاتحاد الأوروبي بنسبة لا تقل عن 90% من طاقتها الاستيعابية أمن واستمرارية إمدادات الطاقة، بحلول 1 نوفمبر من كل عام (كان الهدف لعام 2022 هو 80%) واتباع تدابير ومؤشرات محددة لتحقيق هذه النتيجة.

- **اللائحة (الاتحاد الأوروبي) 1854/2022:** اعتُمدت هذه اللائحة بشأن التدخل في حالات الطوارئ لمعالجة أسعار الطاقة المرتفعة، في 6 أكتوبر 2022، ودخلت حيز التنفيذ بعد ذلك بوقت قصير. وقد أتاحت هذه اللائحة للدول الأعضاء اتخاذ تدابير وطنية في حال حدوث أزمة طاقة، بما في ذلك تحديد سقف لإيرادات منتجي الكهرباء، والسماح بضبط أسعار الكهرباء لفئات معينة من المستهلكين. وقد طُبقت بعض هذه التدابير في فبراير 2023.

- **اللائحة (الاتحاد الأوروبي) 2576/2022:** تعمل هذه اللائحة على تعزيز التضامن في مجال الطاقة من خلال التنسيق الأفضل لمشتريات الغاز وتبادل الغاز عبر الحدود والأسعار المرجعية الموثوقة. ويوفر إطارًا

[19] علماً بأن اللوائح الأوروبية هي إجراءات قانونية ذات تطبيق عام، وهي، على عكس التوجيهات، ملزمة بشكل مباشر وكامل في جميع الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي.

قانونيًا لمنصة الاتحاد للطاقة لمساعدة دول الاتحاد على الاستعداد لشتاء 2024/2023، وعلى وجه الخصوص، ملء مرافق تخزين الغاز الخاصة بها.

- **اللائحة (الاتحاد الأوروبي) بشأن "الميثان":** تم اعتماد هذه اللائحة الأوروبية (EU/2024/1787) في إطار خطة "Fit for 55" أو (التكيف مع الهدف 55). وتُمثل لائحة الاتحاد الأوروبي، التي دخلت حيز التنفيذ في أغسطس 2024، خطوةً هامةً في استراتيجية الاتحاد الأوروبي للحد من انبعاثات الميثان من قطاعات النفط والغاز/الغاز الطبيعي المسال والفحم. وتتمثل أهدافها الرئيسية في القضاء على انبعاثات الميثان التي يُمكن تجنبها، والحد من التسربات في كلٍ من الاتحاد الأوروبي. تُقدم اللائحة عدة تدابير، بما في ذلك تحسين بروتوكولات قياس الميثان والإبلاغ عنه والتحقق منه (MRV)، وتُلزم/تفرض بممارسات الكشف عن التسربات وإصلاحها (LDAR). كما تحظر عمليات التنفيس والحرق، ولا تسمح بمثل هذه الممارسات إلا في ظروف استثنائية محددة.

- **اللائحة (الاتحاد الأوروبي) بشأن التوجيهات المتعلقة بالاستدامة المؤسسية:** بعد مفاوضات طويلة بدأت في عام 2022، اعتمد مجلس الاتحاد الأوروبي بشكل نهائي توجيهات بشأن واجب اليقظة على الشركات أو "توجيهات العناية الواجبة للاستدامة المؤسسية" أو CSDDD أو اختصارًا (CS3D) بتاريخ 24 مايو 2024 (التوجيه 1760/2024). وتهدف التوجيهات الأوروبية CS3D إلى فرض واجب اليقظة في مجال الاستدامة على الشركات الكبرى، بما في ذلك مصدرو الغاز الطبيعي المسال. وسيتعين على الدول الأعضاء تطبيق التوجيه CS3D في غضون عامين من دخولها حيز التنفيذ. وسيكون لهذا التوجيه تأثير كبير على طريقة عمل هذه الشركات، حيث سيُلزمها بتحديد ومنع ومعالجة الآثار السلبية لأنشطتها على حقوق الإنسان والبيئة، بما في ذلك في سلسلة التوريد الخاصة بها.

- **اللائحة (الاتحاد الأوروبي) بشأن الغاز:** تحدد اللائحة الصادرة عن البرلمان الأوروبي والمجلس (EU/2026/261)، التي نُشرت في 2 فبراير 2026، والتي تؤكد إنهاء واردات الغاز الروسي والتحضير للتخلص التدريجي الكامل من النفط الروسي. وتفرض اللائحة حظراً تدريجياً على واردات الغاز الطبيعي الروسي، سواء الغاز المنقول عبر الأنابيب أو الغاز الطبيعي المسال. ويهدف هذا القرار، الذي اتُخذ في نهاية العام 2025، إلى إنهاء اعتماد الاتحاد الأوروبي على الغاز الروسي نهائيًا بحلول عام 2027.

II.2.3. العقوبات (الاتحاد الأوروبي) منذ بدأ الأزمة

منذ 24 فبراير 2022، وردًا على بداية الصراع الروسي في أوكرانيا، اعتمد الاتحاد الأوروبي عقوبات ضد روسيا وحلفائها.

II.1.2.3. أصناف العقوبات

منذ بدأ الأزمة الحالية بين روسيا وأوكرانيا، اتخاذ الاتحاد الأوروبي جملة من العقوبات يمكن تقسيمها إلى 3 أنواع، وهي:

- العقوبات التجارية
- العقوبات المالية والمصرفية
- العقوبات الفردية.

II.2.2.3. العقوبات على روسيا منذ بدأ أزمة الطاقة

منذ بدأ الأزمة في أوكرانيا، خضع قطاع الطاقة الروسي، وغيره من القطاعات، لعقوبات اقتصادية فرضها الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة وحلفاء آخرون. واستُهدف الغاز المنقول عبر الأنابيب والغاز الطبيعي المسال من خلال حظر إعادة الشحن، وفرض قيود على الاستثمارات، والتخلص التدريجي المخطط للواردات بموجب عقود جديدة. وبعد أكثر من أربع سنوات، لم ينتهِ الصراع في أوكرانيا بعد، وبذلك لا يزال تشديد العقوبات الأوروبية ضد روسيا مستمرًا.

كما فرض الاتحاد الأوروبي أولى قيوده الرئيسية على الغاز الروسي، بما في ذلك الغاز الطبيعي المُسال، في حزمة العقوبات الرابعة عشر (14) التي فرضها في يونيو 2024. كما اقترحت رئيسة المفوضية الأوروبية فيما بعد – نوفمبر 2024 – استبدال إمدادات الغاز الطبيعي المسال الروسي بصادرات من الولايات المتحدة على الرغم من المخاوف بشأن تكلفة هذا الإمدادات.

وحتى وقت كتابة هذه الدراسة، كان الاتحاد الأوروبي قد فرض ما مجموعه **20 حزمة** من العقوبات على روسيا. ومن ضمن آخر الحزمات خلال العامين 2024 و 2025 و 2026 كانت على التوالي: 3 حزمات خلال عام 2024 (الدفعة الثالثة عشرة، الدفعة الرابعة عشرة، الدفعة الخامسة عشرة) و4 حزمات خلال عام 2025 (الدفعة السادسة عشرة، الدفعة السابعة عشرة، الدفعة الثامنة عشرة، الدفعة التاسعة عشرة). أما خلال عام 2026، ففي 23 أبريل، اعتمد مجلس الاتحاد الأوروبي حزمة من الإجراءات التقييدية واسعة النطاق هي العشرين من نوعها، بعد أن رفعت سلوفاكيا والمجر معارضتهما عقب استئناف التدفقات عبر خط أنابيب "دروجبا" (Druzhba)، وتتميز هذه العقوبات بتدابيرها غير المسبوقة لمكافحة التحايل.

علمًا بأن عام 2025 عرف حظر الاتحاد الأوروبي إعادة تصدير الغاز الطبيعي المسال الروسي من موانئه. ويهدف هذا الإجراء إلى خفض الإيرادات التي تحصل عليها روسيا من صادراتها من الغاز، مع تقليل التأثير على الإمدادات الأوروبية. في أكتوبر 2025، أقرّ مجلس الاتحاد الأوروبي عقوبات جديدة على روسيا وهي الحزمة التاسعة عشرة (19) تستهدف قطاعات رئيسية، منها قطاع الطاقة.

ويرى المختصين في شؤون الغاز، بأن اعتماد الحزمة التاسعة عشرة (19) من العقوبات ضد روسيا، جاءت بعد شهرين فقط من الحزمة السابقة، وتقترح المفوضية وقف استيراد الغاز الطبيعي المسال الروسي بحلول نهاية عام 2026 – أي قبل عام واحد من الخطة الأولية – ردا على الضغوط عبر الأطلسي من خلال مطالبة واشنطن بالمزيد من العقوبات واستغلال الفرصة لإنهاء اعتماد الاتحاد الأوروبي على الوقود الأحفوري الروسي بعد مرور أكثر من أربع سنوات من الأزمة.

II.4. سياسة الطاقة الأوروبية

تهدف **سياسة الطاقة الأوروبية** إلى إنشاء سوق طاقة واحد يضمن إمدادات الطاقة ويأخذ في الاعتبار الحفاظ على البيئة وتحسينها وتحقيق الأهداف المناخية، ولا سيما الحياد المناخي بحلول عام 2050.

تم تعريف **سياسة الطاقة** في الاتحاد الأوروبي من خلال المادة 194 من معاهدة عمل الاتحاد الأوروبي (TFEU)[20] التي تنص على أن الطاقة مسؤولية مشتركة بين الاتحاد الأوروبي ودوله الأعضاء. ومع ذلك، فإن لكل دولة عضو الحق في تحديد شروط استغلال مواردها من الطاقة، والاختيار بين مصادر الطاقة المختلفة، وتحديد الهيكل العام لإمداداتها من الطاقة. وتتمثل الأهداف الرئيسية **لسياسة الطاقة في الاتحاد الأوروبي** في النقاط الأتية:

- ضمان حسن سير عمل سوق الطاقة؛
- ضمان أمن إمدادات الطاقة في الاتحاد الأوروبي؛
- تعزيز كفاءة الطاقة وتوفيرها، فضلاً عن تطوير الطاقات الجديدة والمتجددة؛
- تعزيز الربط بين شبكات الطاقة/الكهرباء.

كما تقدم المادة 194 من الاتحاد الأوروبي أساسا قانونيا محددا لتقسيم السلطات في مجال الطاقة بين الاتحاد الأوروبي والدول الأعضاء فيه. لكن حاليًا، فإن **سياسة الطاقة الأوروبية** التي تم بناؤها خطوة

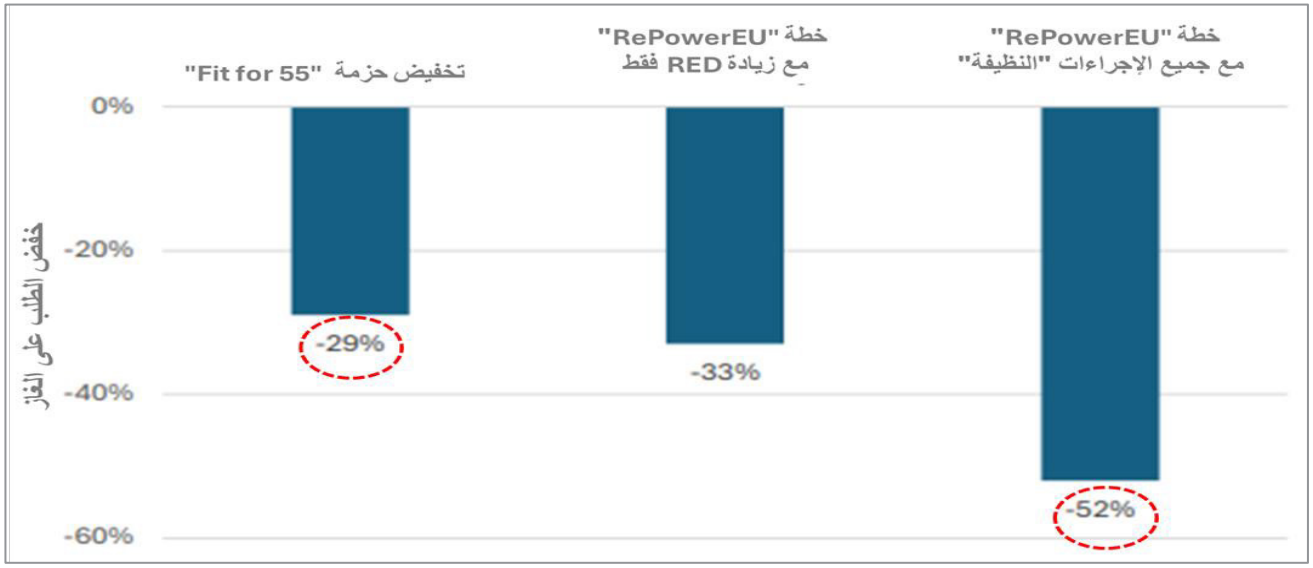
[20] أي the Treaty on the Functioning of the European Union

بخطوة منذ بداية البناء الأوروبي – معاهدة الجماعة الأوروبية للفحم والصلب لعام 1951 ومعاهدة "يوراتوم" لعام 1958 – لم تصل إلى مرحلة متقدمة كثيرًا بحيث تسمح عند حدوث صدمات/أزمات – الأزمات النفطية وغيرها – بمواجهتها والخروج منها بأقل تكاليف. بالفعل، كشفت الأزمات الماضية عن اعتماد كبير لأوروبا على أمدادات خارجية، مما دفع الاتحاد الأوروبي إلى بناء آليات تدريجية (اتحاد الطاقة، أهداف الطاقة المتجددة) لضمان أمن الإمدادات، على الرغم من أن الأزمة الأخيرة (الغاز الروسي) – منذ فبراير 2022 – تعد أول أزمة كبرى لأوروبا وبهذا الحجم، وقد أظهرت أن هذا الضعف لا يزال قائمًا، مما يسرع من وتيرة الانتقال الطاقي نحو إزالة الكربون والتنويع.

في مايو 2022، وفي أعقاب الأزمة الروسية-الأوكرانية، اندلعت أزمة طاقة عالمية إلى حد كبير بسبب قطع واردات الغاز الطبيعي إلى الاتحاد الأوروبي، وهو ما كان له آثار أوسع نطاقا على تجارة الطاقة العالمية. ونتيجة لذلك، تم تطوير خطة "REPowerEU" بثلاثة أهداف رئيسية: **(1)**- تعزيز كفاءة استخدام الطاقة؛ **(2)**- تنويع إمدادات الطاقة؛ و**(3)**- مواصلة توسيع الطاقة النظيفة.

ويشمل ذلك أهدافًا أكثر طموحًا لنشر مصادر الطاقات المتجددة وأهدافًا أعلى لإنتاج واستهلاك الهيدروجين والميثان الحيوي. يتم عرض أهداف السياسة المنقحة المعتمدة في خطة "REPowerEU" بشكل أكبر في القسم أدناه.

الشكل (4.II): أهداف الاتحاد الأوروبي لخفض الطلب على الغاز بحلول عام 2030 من خلال سياسة الاتحاد الأوروبي



المصدر: مقتبس من إي 3 جي (2022).

II.5. المبادرات السياسية المتتالية من حزمة "Fit-for-55" إلى خطة "RePowerEU"

قبل الأزمة في أوكرانيا، كانت سياسة الطاقة الأوروبية تركز أصلاً على الانتقال الطاقي (الصفقة الخضراء، الأهداف المناخية). في أعقاب الأزمة الأوكرانية، تعززت رغبة الاتحاد الأوروبي في تحقيق استقلال الطاقة التي أبرزت اعتماد الاتحاد المفرط على الوقود الروسي (وخاصة الغاز)، ودفعته إلى طرح خطة "RePowerEU" كجزء من "الصفقة الخضراء الأوروبية". وتستند هذه الخطة إلى الأهداف المحددة في إطار مقترحات حزمة "Fit-for-55" وتضيف إليها بعض الإجراءات التي سنتطرق إليها.

II.5.1. حزمة "Fit for 55"

من أجل تحقيق هدف خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بنسبة 55% على الأقل بحلول عام 2030 (التشريعات الأوروبية المتعلقة بالمناخ)، أطلقت المفوضية الأوروبية حزمة من التدابير في عام 2021، وهي حزمة 'Fit for 55'. بالفعل، اعتمدت المفوضية الأوروبية حزمة "فيت فور 55"، أو ما يسمى "Fit for 55" وهي مجموعة من التدابير التشريعية (التوجيهات واللوائح) لترجمة هدف خفض الانبعاثات بنسبة 55% على الأقل بحلول عام 2030، مقارنة بمستويات عام 1990، إلى إجراءات ملموسة، وهو أمر ضروري لتلبية المسار الذي حدده اتفاق باريس بشأن تغير المناخ، خاصة وأن الاتحاد الأوروبي وجميع الدول الأعضاء فيه وقعوا على هذه الاتفاقية[21] وصدقوا عليها.

تؤثر هذه الحزمة الطموحة على جميع قطاعات الاقتصاد: الصناعة والنقل والبناء والزراعة والغابات لتنفيذ "الصفقة الخضراء الأوروبية" وتحديد الإطار المطلوب لتحقيق أهداف إزالة الكربون. وتتمثل الأهداف الرئيسية فيما يلي:

- إصلاح سوق الكربون الأوروبية (تعديل الحد الأقصى، وإلغاء الإعفاءات للطيران، وإدراج النقل البحري، وآلية منفصلة للنقل البري وتدفئة المباني) وإنشاء آلية لتعديل حدود الكربون (CBAM).
- أهداف ملزمة لحصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الأوروبي وكفاءة الطاقة.
- خفض انبعاثات المركبات الجديدة بنسبة 100% بحلول عام 2035.
- الحد من الأثر البيئي للطيران والشحن عن طريق تعزيز الوقود المستدام.

[21] لذلك، فان الاتحاد الأوروبي ملتزم بشدة بتنفيذ هذه الاتفاقية، وتماشياً مع هذا الالتزام، وافقت دول الاتحاد الأوروبي على وضع الاتحاد الأوروبي على مسار يسمح له بأن يصبح الاقتصاد والمجتمع الرائد في العالم المحايد للمناخ بحلول عام 2050، بالرغم من الاضطرابات التي تعرضت له بعض الدول فيما يتعلق بالإمدادات الناتجة عن الصراع في أوكرانيا.

- رفع مستويات الضرائب على الوقود الأحفوري، وإزالة الإعفاءات.
- أهداف إنشاء بنية تحتية للوقود البديل.
- مكانة مهمة للهيدروجين في إزالة الكربون من الاقتصاد الأوروبي.

وبالنسبة لقطاع الغاز، فإن التنفيذ الكامل لهذه الحزمة التشريعية من شأنه أن يقلل من استهلاك الغاز بنسبة 30%، أو 116 مليار م3، بحلول عام 2030. كما يشجع على تنويع الإمدادات من خلال تطوير الطاقات الخضراء مثل الميثان الحيوي (biomethane) والهيدروجين (Hydrogen).

II.2.5. خطة "REPowerEU"

في 18 مايو 2022، نشرت المفوضية الأوروبية خطتها المعروفة بخطة "REPowerEU"، والتي تهدف إلى إنهاء اعتماد أوروبا على الوقود الأحفوري الروسي وتسريع تحول نموذج الطاقة الأوروبي مقترحة حزمة تقارب 300 مليار يورو (الجدول أدناه). وترتكز هذه الخطة على **ثلاثة محاور رئيسية**:

- توفير الطاقة،
- وتعزيز الطاقات المتجددة (إنتاج طاقات نظيفة)،
- وتنويع مصادر إمدادات أوروبا من الطاقة (النفط والغاز).

واقترحت المفوضية الأوروبية[22] تدابير طارئة تتعلق بأسعار الطاقة وتخزين الغاز وتدابير متوسطة المدى من خلال تعزيز كفاءة الطاقة وزيادة استخدام الطاقات المتجددة.

وتعتمد خطة "REPowerEU" على أجندة "Fit for 55" وتقوم بتطويرها من خلال التركيز على تقليل الطلب على الطاقة، وتنويع موردي الوقود الأحفوري، وتسريع التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة.

ومن شأن التدابير المتوخاة أن تجعل من الممكن خفض استخدام الغازات الأحفورية في أوروبا بما لا يقل عن 155 مليار م3، أي بما يتجاوز الأهداف المحددة في مقترحات "Fit for 55" الصادرة عن المفوضية. يتوافق هذا الحجم أيضًا مع حجم الغاز الذي استورد من روسيا خلال عام 2021.

الجدول (2.II): تدابير المفوضية الأوروبية على المدى القصير والمتوسط ضمن خطة "REPowerEU"

تدابير على المدى القصير (2023-2022)	تدابير على المدى المتوسط (التي ستنفذ قبل عام 2027)
• الشراء المشترك (الموحد) للغاز والغاز الطبيعي المسال والهيدروجين من خلال منصة الطاقة للاتحاد الأوروبي لجميع الدول الأعضاء الراغبة في المشاركة، وكذلك لأوكرانيا ومولدوفا وجورجيا وغرب البلقان.	• خطط REPowerEU الوطنية الجديدة في إطار صندوق الانتعاش والمرونة المعدل - لدعم الاستثمارات والإصلاحات بقيمة 300 مليار يورو.
• شراكات جديدة في مجال الطاقة مع موردين موثوقين ويعول عليهم، بما في ذلك التعاون المستقبلي في مجال الطاقة المتجددة والغازات منخفضة الكربون.	• تعزيز/تحفيز إزالة الكربون الصناعي من خلال مشاريع بتمويل مسبق بحوالي 3 مليارات يورو في إطار صندوق الابتكار.
• النشر السريع لمشاريع الطاقة الكهروضوئية وطاقة الرياح إلى جانب نشر الهيدروجين المتجدد لتقليل واردات الغاز بنحو 50 مليار م3.	• تشريعات وتوصيات جديدة بشأن تسريع منح التراخيص لمشاريع الطاقة المتجددة ولا سيما في **"مناطق نشر الطاقة المتجددة"** المحددة ذات المخاطر البيئية المنخفضة.
• زيادة إنتاج الميثان الحيوي لخفض واردات الغاز بمقدار 17 مليار م3.	• الاستثمارات في شبكة متكاملة ومكيفة من البنية التحتية للغاز والكهرباء.
• الموافقة على أول مشاريع الهيدروجين على مستوى الاتحاد الأوروبي بحلول فصل الصيف.	• زيادة الطموح بشأن توفير الطاقة من خلال رفع هدف كفاءة الطاقة على مستوى الاتحاد الأوروبي من 9% إلى 13% بحلول عام 2030.
• بيان الاتحاد الأوروبي بشأن توفير الطاقة مع توصيات حول كيفية قيام المواطنين والشركات بتخفيض واردات الغاز بنحو 13 مليار م3.	• زيادة هدف الاتحاد الأوروبي للطاقة المتجددة لعام 2030 من 40% إلى 45%.
• تعبئة مرافق تخزين الغاز بسعة تصل إلى 80% بحلول 1 نوفمبر 2022.	• مقترحات جديدة للاتحاد الأوروبي لضمان وصول الصناعة إلى المواد الخام الهامة.
• خطط الاتحاد الأوروبي المنسقة لخفض الطلب في حالة انقطاع إمدادات الغاز.	• التدابير التنظيمية لزيادة كفاءة استخدام الطاقة في قطاع النقل.
	• مبادرة **"مسرّع الهيدروجين"** لزيادة القدرة التصنيعية للمحللات الكهربائية إلى 17.5 جيجاوات بحلول عام 2025 من أجل تزويد صناعة الاتحاد الأوروبي بإنتاج محلي قدره 10 ملايين طن من الهيدروجين المتجدد. • إطار تنظيمي حديث للهيدروجين.

المصدر: الباحث مقتبس من تدابير المفوضية الأوروبية، 2022.

1.2.5.II. الاستثمارات ضمن خطة "REPowerEU"

تستلزم خطة "REPowerEU" استثمارًا إضافيًا بقيمة حوالي 300 مليار يورو من ميزانية الاتحاد الأوروبي وعائدات سوق الكربون حتى عام 2030. ويشمل هذا الاستثمار عدة جوانب منها، على سبيل

المثال، مصادر الطاقة المتجددة، كفاءة الطاقة، البنية التحتية للهيدروجين والاستثمارات لاستيراد كميات من الغاز الطبيعي المسال (الجدول أدناه).

الجدول (3.II): الاستثمارات ضمن خطة "REPowerEU"

القطاع	مليار يورو	%
مصادر الطاقة المتجددة	86	%30
كفاءة الطاقة والمضخات الحرارية	56	%19
الحد من استخدام الوقود الأحفوري في الصناعة	41	%14
زيادة إنتاج الميثان الحيوي	37	%13
شبكة الكهرباء	29	%10
البنية التحتية للهيدروجين (H2)	27	%9
استثمارات لاستيراد ما يكفي من الغاز المسال وغاز الأنابيب	10	%3
إمدادات النفط	1.5 إلى 2	%1
المجموع	**287.5 إلى 288**	**%100**

المصدر: حسابات الباحث من خلال موقع المفوضية الأوروبية (EC)، 2022.

قُدّمت المقترحات إلى الإجراء التشريعي العادي والتفاوض بشأنها خلال "الثلاثيات". ونتيجةً لهذه المفاوضات، تم اعتماد النصوص التوفيقية رسميًا من قبل المجلس والبرلمان، قبل أن تصبح قوانين تشريعية تنطبق على جميع الدول الأعضاء عام 2024. وتجدر الإشارة بأن المفوضية حددت هدفًا جديدًا يتمثل في حقن 35 مليار م3 من الميثان الحيوي في شبكات الغاز الطبيعي بحلول عام 2030 للمساعدة في تقليل الواردات الروسية، أي 17 مليار م3 أكثر من هدف "Fit for 55" مصحوبًا بغلاف استثماري قدره 37 مليار يورو بين عامي 2022 و2030.

من جهة أخرى، تم تنقيح اللائحة (الاتحاد الأوروبي) 241/2021 للبرلمان الأوروبي والمجلس المنشئ لمرفق التعافي والقدرة على الصمود (RRF[23]) في مارس 2023 لمراعاة أهداف التمويل لخطة "REPowerEU" لأمن الطاقة في الاتحاد الأوروبي. حيث تستجيب هذه الخطة لحالة طوارئ مزدوجة لتحول نظام الطاقة الأوروبي: خروج من الهيدروكربونات الروسية وأزمة المناخ، ويستند إلى **أربعة محاور**

[23] يهدف مرفق التعافي والمرونة (RRF)، الأداة الرئيسية لخطة التعافي الأوروبية "NextGenerationEU"، إلى دعم دول الاتحاد الأوروبي في أعقاب أزمة كوفيد-19 وتحفيز نموها المستقبلي.

رئيسية، وهي: 1)- توفير الطاقة، 2)- تنويع الإمدادات، 3)- تطوير الطاقات المتجددة، 4)- والحد من استهلاك الوقود الأحفوري في الصناعة والنقل.

الجدول (4.II): التدابير الخاصة بالتطبيق المذكورة في إعلان خطة "REPowerEU"

الجدول الزمني للإنجاز	الكفاءة	التقنيات منخفضة الكربون	تنويع الغاز
2022	• توفير الطاقة في المنزل، على سبيل المثال. خفض منظمات الحرارة بمقدار 1 درجة مئوية – 14 مليار م3.	• تسريع نشر الطاقة الشمسية الكهروضوئية والرياح - 20 مليار م3. • تسريع نشر المضخة الحرارية - 1.5 مليار م3. • التواصل بشأن الطاقة الشمسية لتسريع نشر الطاقة الشمسية؛ وتوصية الهيئة بالترخيص السريع لمشاريع الطاقة المتجددة. • تقرير المفوضية ومجموعة بنك الاستثمار الأوروبي حول كيفية دعم آليات تمويل اتفاقية شراء الطاقة.	• تنويع الغاز الطبيعي المسال – 50 مليار م3. • تنويع واردات خطوط الأنابيب – 10 مليار م3. • الغاز المتجدد - 3.5 مليار م3. • تقييم أولويات مشاريع الهيدروجين ذات الاهتمام المشترك للمساعدات الحكومية
2030	• تدابير كفاءة الطاقة المنزلية، على سبيل المثال. انخفاض منظمات الحرارة – 10 مليار م3.	• تسريع نشر الطاقة الشمسية وطاقة الرياح - زيادة متوسط معدل نشر هدف حزمة "Fit For 55" بنسبة 20%. • تسريع نشر المضخات الحرارية - النشر المزدوج لهدف حزمة "Fit For 55" المتمثل في 30 مليون مضخة حرارية مركبة في عام 2030 - 35 مليار م3.	• تنويع الغاز المسال – 50 مليار م3 وتنويع واردات خطوط الأنابيب – 10 مليار م3. • تعزيز إنتاج الميثان الحيوي – 18 مليار متر مكعب. • تعزيز إنتاج وواردات الهيدروجين – 25-50 مليار م3.
أي جدول زمني	• المبدأ الأول لكفاءة الطاقة المطبق على جميع القطاعات والسياسات • تدابير الاستجابة المطلوبة	• تقديم المبادرة الأوروبية للطاقة الشمسية على أسطح المنازل. • مواصلة تطوير سلسلة القيمة للطاقة الشمسية وطاقة الرياح والمضخات الحرارية، بما في ذلك إعادة صقل المهارات وتحسينها. • التدابير الرامية إلى تعزيز تجديد المباني وتحديث التدفئة المركزية؛ وتعبئة التمويل لدعم التكنولوجيا. • مراقبة توريد المواد الخام والمشاركة في التخزين الاستراتيجي. • إرشادات اللجنة الخاصة ببيئات الحماية التنظيمية	• تقييم الاحتياجات الاستثمارية للبنية التحتية لغاز الهيدروجين الجاهز. • تطوير الإطار التنظيمي لسوق الهيدروجين الأوروبي والبنية التحتية. • دعم المشاريع الرائدة لإنتاج ونقل الهيدروجين المتجدد، بما في ذلك شراكة الهيدروجين الأخضر المتوسطي؛ ومبادرة التعاون عبر البحر المتوسط في مجال الطاقة المتجددة والتكنولوجيا النظيفة، والمعروفة باسم "T-MED"؛ • إبرام شراكات الهيدروجين الأخضر مع الصناعة؛ ... الخ.

المصدر: الباحث.

وقد تم اختيار مرفق التعافي والقدرة على الصمود (RRF) ليكون الناقل لتنفيذ هذه الخطة. وبالتالي فإن فوائد التمويل بموجب خطة "REPowerEU" تخضع لتعديل خطة الإنعاش الوطني والقدرة على الصمود (PNRR) لتشمل فصلًا جديدًا مخصصًا "REPowerEU".

كما تشمل خطط التحفيز لتسريع انتقال الطاقة والتخفيف من حدة الصراع الروسي الأوكراني الحالي، **ثلاثة أهداف**، موضحة في الشكل (18) كما يلي:

الشكل (5.II): خطط التحفيز لتسريع انتقال الطاقة في أوروبا

حزمة "Fit for 55"	خطة "REPowerEU"	قانون خفض التضخم[24] (IRA)
خطة لخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في الاتحاد الأوروبي بنسبة 55% على الأقل بحلول عام 2030 مقارنة بمستويات عام 1990 وتحقيق الحياد المناخي في عام 2050.	**خطة لمعالجة الحاجة الملحة المزدوجة لإنهاء اعتماد الاتحاد الأوروبي على الوقود الأحفوري الروسي (النفط والغاز) ومعالجة أزمة المناخ.**	**هذا القانون، وهو أكبر مشروع قانون مناخي في تاريخ الولايات المتحدة، سيستثمر أكثر من 360 مليار دولار في برامج الطاقة وتغير المناخ على مدى العقد المقبل.**

المصدر: مرصد أسواق الطاقة العالمية 2022.

سوف تعمل التشريعات مثل قانون خفض التضخم (Inflation Reduction Act باختصار IRA) في الولايات المتحدة وخطة "REPowerEU" للمفوضية الأوروبية على تعزيز الطلب على البنية التحتية للطاقة النظيفة وهوامش الربح الأساسية.

وبينما تحاول الدول الأوروبية تقليل اعتمادها على الوقود الأحفوري الروسي، يرى المختصين أنه يجب عليها أن تكون حريصة على عدم الاعتماد بشكل مفرط على الموارد والمكونات الصينية فقط، مثل الألواح الشمسية والمعادن والأتربة/العناصر النادرة اللازمة لتعزيز خطط انتقال الطاقة. لأن ذلك قد يؤدي لتكرار الاعتماد على مورد واحد مثل ما حدث في الامتدادات بالطاقة مع روسيا.

[24] ومنذ ذلك الحين، تم الإعلان عما مجموعه 280 مشروعًا استثماريًا في مجال الطاقة النظيفة في 44 ولاية أمريكية في السنة الأولى من هذا القانون، وهو ما يمثل استثمارات بقيمة 282 مليار دولار.[24]

الإطار (2): استجابة الاتحاد الأوروبي لأزمة الطاقة (نظرة عامة)		
استجاب الاتحاد الأوروبي لأزمة الطاقة بمجموعة من تدابير السياسة المختلفة. وشمل ذلك تغييرات طويلة الأجل في سياسة الطاقة وتعديلات على الملفات الرئيسية مثل التوجيه المتعلق بالطاقة المتجددة، وكذلك تدابير مؤقتة قصيرة الأجل من خلال لوائح المجلس، التي لا تتطلب سوى موافقة المجلس ويمكن اعتمادها في إطار زمني قصير. وكانت حزم السياسات الرئيسية المقدمة في عام 2022 هي:		
عام 2022		
التاريخ	التدابير	الهدف
18 مايو	• **خطة "ريبويرو" (REPowerEU):**	حدد النهج الأوروبي لاضطراب سوق الطاقة الناجم عن الغزو الروسي لأوكرانيا. كان تركيز حزمة السياسة هذه على توفير الطاقة، وتنويع إمدادات الطاقة، وتسريع نشر الطاقة النظيفة، وتدابير الاستثمار والإصلاح لتحقيق الاستقلال عن الوقود الأحفوري الروسي عام 2027.
20 يوليو	• **توفير الغاز من أجل شتاء آمن:**	ويهدف إلى تقليل استخدام الغاز في أوروبا بنسبة 15% في 31 مارس 2023. وتركز خطة خفض الطلب على تحويل الوقود بعيدًا عن الغاز، وتعزيز توفير الغاز غير الضروري للكهرباء والحرارة، وتقليل الاستهلاك من قبل الصناعة وتقليل التدفئة والتبريد في المباني.
14 سبتمبر	• **التدخل الطارئ لمعالجة ارتفاع أسعار الطاقة:**	ويهدف إلى التخفيف من الزيادات الحالية في أسعار الكهرباء والغاز من خلال زيادة خفض الطلب على الكهرباء، وتنفيذ سقف أو حد أقصى لإيرادات السوق لمصادر الطاقة الأرخص مثل مصادر الطاقة المتجددة وبدء مساهمة تضامنية من صناعات الوقود الأحفوري. وسيتم استخدام الأرباح المتأتية من هذه التدابير لتخفيف عبء أسعار الطاقة الأسر المعيشية والجهات الفاعلة التجارية على حد سواء.
19 ديسمبر	• **اللوائح المتعلقة بتعزيز التضامن بشأن شراء الغاز:**	وتسعى إلى معالجة المخاوف المتعلقة بسوق الغاز. تقترح هذه الحزمة قواعد تضامن افتراضية بين دول الاتحاد الأوروبي، وآليات الشراء المشتركة، ومعايير إضافية جديدة للغاز الطبيعي المسال (LNG)، وآلية لإدارة التقلبات اليومية، بالإضافة إلى حد أقصى لسعر تجارة الغاز بالجملة داخل الاتحاد الأوروبي. كما قامت اللوائح أيضا بعقلنة عملية تقديم تصاريح بالطاقات المتجددة.

المصدر: الباحث مقتبس من موقع المفوضية الأوروبية.

6.II. آلية تصحيح السوق (MCM)

آلية تصحيح السوق (MCM[25]) هي أداة مصممة لتحديد الأسعار في أسواق الغاز في الاتحاد الأوروبي. يتم تفعيلها عندما تتحرك الأسعار في نقاط التداول الافتراضية (VTP) للاتحاد الأوروبي فوق مستويات معينة، بما في ذلك سعر استيراد الغاز الطبيعي المسال. وطُبقت آلية تصحيح السوق في البداية على سعر الغاز في مرفق نقل الملكية الهولندي (TTF) فقط. وجاءت اللائحة التنظيمية (الاتحاد الأوروبي)

[25] أو ما أصبح معروفًا باسم The Market Correction Mechanism – MCM

736/2023 والمؤرخة في 31 مارس 2023 لتوسيع نطاق هذه الآلية بحيث تشمل أيضًا نقاط تداول افتراضية أخرى في الاتحاد الأوروبي، إلى جانب مرفق نقل الملكية الهولندي (TTF).

الشكل (6.II): التأثيرات المتوقعة لآلية تصحيح السوق (MCM)



المصدر: الباحث مقتبس من موقع المفوضية الأوروبية.

ولهذا جاءت لائحة المجلس (الاتحاد الأوروبي) 2578/2022 المؤرخة 22 ديسمبر 2022 لتحدد "آلية تصحيح سوق أو MCM الغاز لحماية مواطني الاتحاد والاقتصاد من الأسعار المرتفعة بشكل مفرط" (لائحة "آلية تصحيح السوق")والتي دخلت حيز التنفيذ في 1 فبراير 2023 لمدة عام واحد.

1.6.II. تقارير تقييم تأثيرات وكالة ACER وهيئة ESMA

تفوض اللائحة وكالة الاتحاد الأوروبي لتعاون منظمي الطاقة (ACER[26]) وهيئة الأوراق المالية والأسواق الأوروبية (ESMA[27]) بتقييم تأثيرات السوق من إدخال آلية تصحيح السوق (MCM) وتقديم تقارير تقييم هذه التأثيرات MCM إلى المفوضية الأوروبية في 1 مارس 2023. ويهدف كلا التقريرين إلى مساعدة المفوضية في قرارها بتوسيع آلية تصحيح السوق (MCM) لتشمل المشتقات المتداولة في نقاط التجارة الافتراضية الأخرى ("VTPs") في الاتحاد الأوروبي وفي تقييم ما إذا كانت عناصر التصميم الرئيسية لـ MCM بحاجة إلى مراجعة. وفي تقارير التقييم النهائية (1 مارس 2023) حول تأثيرات آلية تصحيح

[26] أو بالإنجليزية "European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators" والتي تأسست في مارس 2011 بموجب تشريع حزمة الطاقة الثالثة (Third Energy Package) وتعتبر هذه الوكالة هيئة مستقلة لتعزيز تكامل واستكمال سوق الطاقة الداخلية الأوروبية للكهرباء والغاز الطبيعي.

[27] أو بالإنجليزية "European Securities and Markets Authority" وهي هيئة مستقلة تابعة للاتحاد الأوروبي مقرها في العاصمة الفرنسية باريس وتعتبر الجهة المنظمة والمشرفة على الأسواق المالية في الاتحاد الأوروبي.

السوق[28]، لم تحدد وكالة ACER أو ESMA تأثيرات كبيرة (إيجابية أو سلبية) يمكن أن تعزى بشكل لا لبس فيه ومباشر إلى اعتماد MCM. ومع ذلك، لا ينبغي للمرء أن يستنتج من ذلك أن MCM قد لا يكون لها أي تأثير على الأسواق أو على أمن الإمدادات في المستقبل.

II.2.6. تفعيل آلية تصحيح السوق

في بداية عام 2023، بدأت الوكالة في تنفيذ تدبيرين طارئين حددهما المجلس في أواخر عام 2022. أدخلت هذه التدابير مهام جديدة للوكالة، ضمن اللائحة التي كلفت بها وكالة "ACER" بإعداد تقييمات يومية موضوعية لأسعار الغاز الطبيعي المسال من خلال جمع معلومات في الوقت الفعلي عن معاملات الغاز الطبيعي المسال. تمنح اللائحة للوكالة الصلاحيات اللازمة لجمع البيانات اللازمة، وتشمل تحليل السوق، الإبلاغ/النشر الخارجي اليومي (تقييم/معيار أسعار الغاز الطبيعي المسال وآلية تصحيح السوق)، توسيع المهام والاختصاصات الممنوحة للوكالة بموجب اللائحة (الاتحاد الأوروبي) رقم 2011/1227 ولائحة تنفيذ المفوضية (الاتحاد الأوروبي) رقم 2014/1348 (يشار إليها مجتمعة باسم "REMIT"). ويتم تفعيل آلية تصحيح السوق تلقائيًا في حالة حدوث "حدث تصحيح السوق" التالي: **(1)-** يتجاوز سعر الغاز في منصة أو مركز الهولندي (TTF) لمدة شهر واحد 180 يورو/ميغاواط ساعة لمدة ثلاثة أيام عمل متتالية؛ **(2)-** سعر الغاز (TTF) لمدة شهر واحد أعلى بمقدار 35 يورو من السعر المرجعي للغاز الطبيعي المسال في الأسواق العالمية خلال نفس أيام العمل الثلاثة.

بدأ تطبيق الآلية اعتبارًا من 15 فبراير 2023. تراقب وكالة الاتحاد الأوروبي للتعاون بين منظمي الطاقة (ACER) الأسواق باستمرار، وإذا وجدت أن حدثًا لتصحيح السوق قد حدث، فستنشر "إشعار تصحيح السوق" على موقعها على الإنترنت. كما أنها تتولى نشر السعر المرجعي للغاز الطبيعي المسال، وهو جزء من آلية لتنظيم سعر عقود TTF. علاوة على ذلك، في عام 2023، انضمت ACER إلى وكالتين أخريين في الاتحاد الأوروبي؛ وهما وهيئة الأوراق المالية والأسواق الأوروبية "ESMA" والوكالة الأوروبية للبيئة "EEA[29]"، لنشر تقارير مشتركة تمثل مستوى جديدًا من التعاون المتزايد بين الوكالات.

[28] ويمكن الرجوع الى تقريرها التقييمي حول تأثيرات السوق الناتجة عن آلية تصحيح سوق الغاز الذي نشر بتاريخ 1 مارس 2023، على الموقع www.acer.europa.eu

[29] أو بالإنجليزية European Environment Agency

وكانت رابطة التجار الأوروبيين[30] وغيرها من المنظمات قد علقت على الأثر السلبي المحتمل للآلية على أحجام التبادل التجاري في المنطقة عندما تكون سارية المفعول. بالإضافة إلى ذلك، أعلنت شركة ICE في فبراير 2023 عن إطلاق منصة تداول إضافية لعقود الغاز التي لن تخضع أسعارها للآلية.

II.3.6. مراقبة وتعليق آلية تصحيح السوق

تكلف لائحة **"آلية تصحيح السوق"** كل من وكالة ACER والوكالة الأوروبية للأوراق المالية والأسواق (ESMA) و ENTSOG ومجموعة تنسيق الغاز بمراقبة تأثيرات MCM عند تفعيلها وإبلاغ المفوضية الأوروبية عن اضطرابات السوق غير المقصودة المتعلقة بأمن الإمدادات. تقوم مراقبة **"آلية تصحيح السوق"** بتقييم تأثيرها على إمدادات الغاز في الاتحاد الأوروبي، وأهداف خفض الطلب، والتدفقات داخل الاتحاد الأوروبي، وعقود توريد الغاز والأسواق المالية. وأثناء تفعيل الآلية، لن يُسمح بإجراء معاملات تشمل العقود الآجلة للغاز الطبيعي التي تدخل في نطاق آلية تصحيح السوق بما يتجاوز "حد العرض الديناميكي". ويمكن تعريف المصطلح الأخير على أنه السعر المرجعي للغاز الطبيعي المسال في الأسواق العالمية (استنادًا إلى سلة دولية من منصات تداول الغاز الطبيعي المسال) بالإضافة إلى 35 يورو/ميغاواط ساعة. إذا كان السعر المرجعي للغاز الطبيعي المسال أقل من 145 يورو، فسيظل حد العرض الديناميكي عند المجال [145 يورو - 35 يورو]. إذا كان الحد الديناميكي للعرض أقل من 180 يورو/ميغاواط ساعة خلال آخر ثلاثة أيام عمل متتالية، فسيتم إلغاء تنشيطه تلقائيًا. كما تنص اللائحة على "تعليق" **آلية تصحيح السوق** إذا كان لها آثار سلبية أو ضارة على أسواق الغاز في الاتحاد الأوروبي.

II.7. التحوّل إلى الغازات المتجددة

يشير مفهوم الغازات المتجددة إلى كل من الغاز الحيوي والميثان الحيوي والميثان الحيوي الاصطناعي والهيدروجين الأخضر. وعلى وجه الخصوص، الغاز الحيوي والميثان الحيوي الناتج عن عملية الميثان أو ميثانة (methanization) التي تعد أكثر العمليات نضجًا حتى الآن. والغاز الطبيعي المتجدد (RNG) هو عبارة عن غاز طبيعي متجدد 100% ينتج من تحلل المواد العضوية. هناك عدة أنواع من الغاز المتجدد، نلخصها فيما يلي:

[30] أو بالإنجليزية European Traders Association

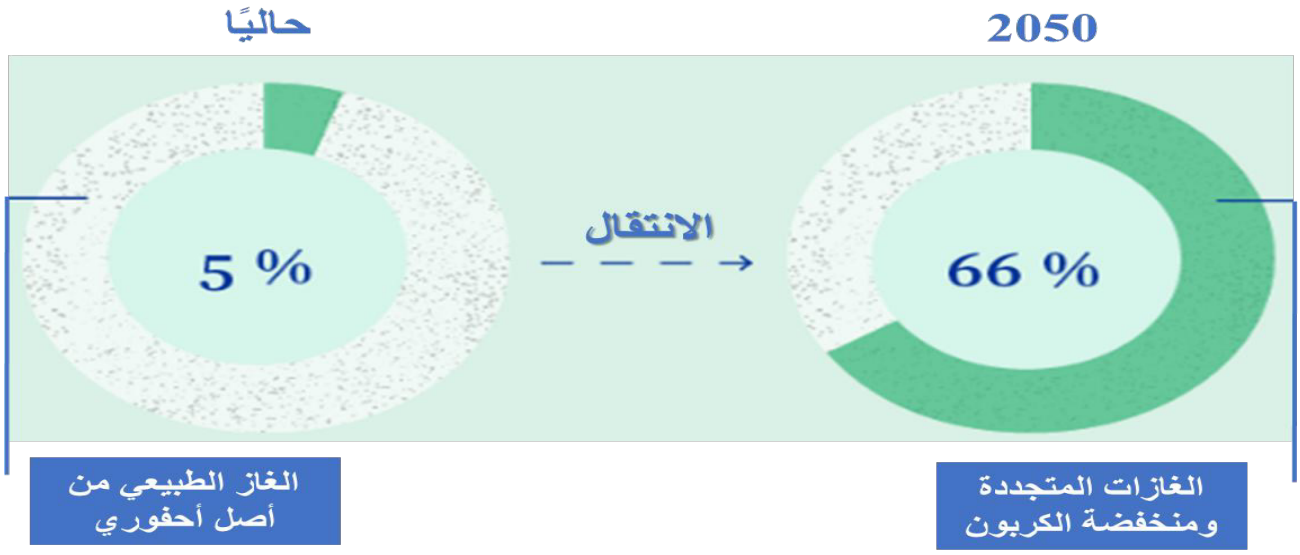
• **الميثان الحيوي[31] (biomethane):** من خلال عملية الميثان أو ميثانة النفايات القابلة للتحلل الحيوي، يتم إنتاج الميثان الحيوي بعد تنقية الغاز الحيوي قبل حقنه في الشبكة.

• **الغاز الاصطناعي (synthesis gas/'Syngas'):** يتيح الغاز الاصطناعي استخدام المدخلات التي تكمل مدخلات الميثان الحيوي. ويتم الحصول عليها عن طريق التغويز الحراري للنفايات الصلبة أو عن طريق هدرجة النفايات السائلة.

• **الهيدروجين (hydrogen):** يتيح الهيدروجين إمكانية استغلال قدرات الكهرباء المتجددة المتغيرة بشكل كامل من خلال تحويل إنتاجها إلى شكل قابل للتخزين.

ومن أجل ضمان التخلص التدريجي من الوقود الأحفوري، لن يتم إبرام عقود طويلة الأجل للغاز الطبيعي اعتبارًا من عام 2049. حيث تشجع القواعد الأوروبية الجديدة على تطوير وتغلغل الغاز المتجدد والغاز منخفض الكربون، ولا سيما الهيدروجين، في المناطق التي تعتمد على الفحم والكربون بكثافة في دول الاتحاد الأوروبي. وستقدم الدول الأعضاء تخفيضات في الأسعار وحوافز لتسهيل تكامل أسواقها والأنظمة المعنية، لا سيما فيما يتعلق بسوق الهيدروجين الناشئة. بالإضافة إلى ذلك، سيتم أيضًا وضع آلية طوعية لدعم سوق الهيدروجين لمدة خمس سنوات.

الشكل (7.II): التحوّل إلى الغازات المتجددة ومنخفضة الكربون



المصدر: مقتبس مجلس الاتحاد الأوروبي والمجلس الأوروبي.

[31] يكتسب الإنتاج العالمي للميثان الحيوي زخمًا متزايدًا، مع ظهور مراكز إنتاج جديدة خارج نطاق الأسواق التقليدية الرائدة في الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة. لمزيد من التفاصيل، يمكن الاطلاع على التقرير الأخير الصادر عن الاتحاد الدولي للغاز (IGU)، التقرير العالمي للغاز 2024، أغسطس 2024.

وفي أواخر فبراير 2025، ومع تزايد إنتاج "الغازات الخضراء" – الهيدروجين والغاز الطبيعي المتجدد وما شابههما – طالب الاتحاد الدولي للغاز (IGU) بالاعتراف به في مبادرات إزالة الكربون العالمية وذلك من خلال الدعوة إلى توضيح دور أدوات السوق للغازات المتجددة.

وقد وقّع الاتحاد الدولي للغاز رسالة مفتوحة يعتقد فيها أن "بروتوكول الغازات الدفيئة" (GHG Protocol)، يجب أن يعترف بشكل كامل بالأدوات القائمة على السوق مثل شهادات الغاز المتجدد لتوفير الوضوح للمستثمرين وتسريع عملية إزالة الكربون من الشركات والصناعات. وبناءً على ذلك، يطالب الاتحاد الدولي للغاز ما يلي:

1)- اعتماد نهج قائم على السوق للغازات المتجددة في نطاق جرد النطاق 1، لكل من تطبيقات الوقود والمواد الخام/الأولية. ويمكن أن يكون هذا النهج جزءًا من هيكل الإبلاغ المزدوج الذي يتضمن كلاً من النهج القائم على الموقع والنهج القائم على السوق.

2)- إصدار بيان مؤقت في النصف الأول من عام 2025 يؤكد أنه سيتم اعتماد أدوات السوق قوية في قوائم جرد غازات الدفيئة، مما يوفر الوضوح والثقة لأصحاب المصلحة مع وضع/تطوير المعايير النهائية.

II.1.7. الفرق ما بين الميثان الحيوي والغاز الحيوي

مصطلح "الميثان الحيوي" هو الشكل المُعالج أو المُطوّر للغاز الحيوي، ويتكون من الميثان بنسبة تقارب 100%، وهو ما يُعادل تقريبًا الغاز الطبيعي من حيث الجودة، ويُمثل الغاز الأكثر حياديةً للكربون المنتج من الغاز الحيوي.

أما مصطلح "الغاز الحيوي"، فهو يشير إلى الغاز الخام غير المُعالج أو غير المطوّر الناتج عن عملية الهضم اللاهوائي. ويتكون تقريبًا من 60% الميثان و40% من ثاني أكسيد الكربون، على الرغم من أن تركيبته تختلف باختلاف المواد الأولية والتقنية المستخدمة.

II.2.7. الدور الاستراتيجي للميثان الحيوي في سياسة الاتحاد الأوروبي

يتمتع الاتحاد الأوروبي بقاعدة موارد قوية لإنتاج الميثان الحيوي، لا سيما من السماد العضوي والنفايات الحيوية والكتلة الحيوية الخشبية. كما يُعدّ الميثان الحيوي خيارًا مثاليًا من نواتج الطاقة المتجددة، وقابلًا للتخزين، ومتوافقًا مع الشبكات القائمة. مع ذلك، لا تزال هناك ثلاثة عوائق رئيسية تواجه قطاع الميثان في أوروبا، هي:

- ارتفاع تكاليف الإنتاج (أعلى مقارنةً بالمخلفات/البقايا الزراعية المتوفرة في الأسواق الناشئة الأخرى)،
- الاعتماد على اللوائح التنظيمية والقوانين، وحدها لا تكفي، هناك حاجة إلى بنية سوقية متماسكة،

- سوق أوروبية "مجزأة" ولكنها متنامية: بحيث لا يزال المشهد التنافسي لسوق الميثان الحيوي – المحقون – مجزأً للغاية، فهو يضم في آن واحد تجمعات المزارعين، والمتخصصين في هذا القطاع (Waga Energy، Keon، Evergaz، وغيرها)، وشركات الطاقة الكبرى (TotalEnergies، Engie، وغيرها).

ووفقًا للمفوضية الأوروبية، يمكن زيادة إنتاج الميثان الحيوي في محطات الهضم اللاهوائي القائمة في الاتحاد الأوروبي بنسبة تتراوح بين 10% و30%. وتتضمن وثيقة سياسة **"تسريع الاتحاد الأوروبي"**[32] الجديدة هذه التوصية، والتي تهدف إلى تسريع توفير طاقة آمنة وبأسعار معقولة في القارة الأوروبية في أعقاب أزمة الشرق الأوسط. ويشير التقرير إلى أن: "الغاز الحيوي والميثان الحيوي يمكن أن يلعبا دورًا استراتيجيًا أكبر في استبدال الوقود الأحفوري المستورد، لا سيما في القطاعات التي يصعب فيها توفير الكهرباء. ويمكن زيادة إنتاج الميثان الحيوي في المحطات القائمة بنسبة تتراوح بين 10% و30%".

وفي أعقاب أزمة الشرق الأوسط، يُبرز الصراع الأمريكي-الإيراني، وحصار مضيق هرمز – الذي يُعدّ نقطة عبور خُمس غازه الطبيعي المُسال – بشكلٍ صارخ هشاشة اقتصادات أوروبا في مجال الطاقة. فهي تعتمد على واردات الوقود الأحفوري. لذا، تلتزم أوروبا بتعزيز إنتاج الميثان الحيوي حيث تراه كحلٍّ عمليٍّ لمشكلة هشاشة الطاقة للدول الأوروبية. وفي ظلّ التوترات الجيوسياسية والتقلبات الحادة في أسواق الغاز، تدعو إلى جعل هذا المصدر المحلي للطاقة أداةً لتحقيق السيادة والتحول في قطاع الطاقة.

II.8. ما هو حجم الاستثمار الأخضر الذي يحتاجه الاتحاد الأوروبي؟

لا يمكن تحقيق تحوّل أخضر بدون استثمار في مجال الاستثمار صديق للبيئة. وسيكون تحفيز هذا التحدّي الجوهري للصفقة الخضراء الأوروبية في السنوات المقبلة، مما سيُحدّد فرص الاتحاد الأوروبي في تحقيق أهدافه المناخية وتعزيز تنافسيته وأمنه.

في أفضل الأحوال، تقدم الخطط الوطنية للطاقة والمناخ (NECPs) لبعض دول الاتحاد الأوروبي تقديرات عامة لحجم الاستثمار اللازم لتحقيق هدف عام 2030، دون تحديد كيفية حساب هذه التقديرات، مما يجعل من المستحيل تقييم موثوقيتها أو مقارنتها بطريقة متسقة أو مراقبة التقدم المحرز في إزالة

[32] طالع المفوضية الأوروبية، 2020، 2024.

الكربون[33]. وفي ظل غياب معلومات وطنية رسمية موثوقة، يُمكن فهم احتياجات أوروبا من الاستثمارات الخضراء على أفضل وجه من خلال النظر إلى تقديرات المفوضية الأوروبية المسبقة للاتحاد الأوروبي، في تقييمات الأثر التي تستند إليها أهداف المناخ لعام 2030 والمقترحة لعام 2040[34]. ووفقًا للمفوضية، بلغ متوسط إجمالي الاستثمارات في إمدادات الطاقة (محطات الطاقة وشبكة الكهرباء)، والطلب على الطاقة (المباني والصناعة والزراعة)، والنقل (السيارات والشاحنات والنقل العام)، بين عامي 2011 و2020، 5.8% من الناتج المحلي الإجمالي. وسيتطلب تحقيق هدف الاتحاد الأوروبي المناخي لعام 2030 استثمارات سنوية إضافية تبلغ حوالي 2% من الناتج المحلي الإجمالي بين عامي 2021 و2030 (الجدول أدناه).

الجدول (5.II): إجمالي الاستثمارات السنوية للاتحاد الأوروبي في أنظمة الطاقة والنقل (باليورو 2023)

	2020-2011		2030-2021 لتحقيق هدف الاتحاد الأوروبي للمناخ لعام 2030		2050-2031 الوصول إلى صافي صفرية بحلول عام 2050	
		% ن.م.ا. (GDP)		% ن.م.ا. (GDP)		% ن.م.ا. (GDP)
العرض على الطاقة	80	0.6	150	0.9	308	1.5
الطلب على الطاقة	137	1.1	374	2.2	356	1.7
النقل والمواصلات	616	4.1	780	4.6	873	4.2
الإجمالي	**863**	**5.8**	**1,304**	**7.7**	**1,537**	**7.4**

المصدر: بريغل استنادًا على بيانات المفوضية الأوروبية (2024).

هذه التقديرات تتوافق مع تقديرات احتياجات الاستثمار الأخضر الإضافية في الفترة 2025-2030 في **"تقرير دراجي"** (2024) حول القدرة التنافسية الأوروبية، والتي تستند بدورها إلى حسابات المفوضية الأوروبية والبنك المركزي الأوروبي.

الجدول (6.II): دور التغيير السلوكي في خفض احتياجات الاستثمار الأخضر السنوية للاتحاد الأوروبي، 2031-2050 (باليورو 2023)

	سيناريو* S2 للمفوضية الأوروبية	سيناريو* LIFE للمفوضية الأوروبية	انخفاض في احتياجات الاستثمار السنوي بسبب التغيير السلوكي
العرض على الطاقة	308	272	36
الطلب على الطاقة	356	345	11
النقل والمواصلات	873	791	82
الإجمالي	**1,537**	**1,408**	**129**

المصدر: بريغل استنادًا إلى المفوضية الأوروبية (2024). ملحوظة: * انظر الملاحظة الخاصة بالجدول أعلاه.

[33] انظر ECA 2023
[34] طالع المفوضية الأوروبية، 2020، 2024.

وبصورة مختصرة، نظرًا لأن التغيرات السلوكية قد تكون أكثر أهمية مما هو مفترض، فإن تقديرات الاستثمارات الرئيسية للمفوضية الأوروبية قد تبالغ في تقدير احتياجات الاستثمارات الإجمالية والخاصة المتعلقة بالتخفيف.

II.9. تخزين الغاز وأهميته في الاتحاد الأوروبي

يُعد التخزين ضروري لضمان إمكانية تعديل استهلاك الغاز وموارده في أي وقت، وتزويد المستهلكين بالطاقة المتاحة بشكل دائم. ويتم تخزين الغاز الطبيعي بشكل عام في حقول الغاز أو النفط القديمة أو المستنفدة أو مستودعات المياه الجوفية أو الكهوف الملحية. وفي الأسواق الناضجة، لا سيما التي تتسم بالمنافسة الشديدة، لم يعد التخزين مجرد وظيفة لوجستية بل أصبح "أداة تجارية استراتيجية" تضمن توفر المنتجات، وتحسين التكاليف، وإدارة التدفقات، والاستجابة السريعة للطلب، وتمييز العرض.

وفي ظل حقبة تتسم بتقلبات أسواق الطاقة والتوترات الجيوسياسية، تبرز أهمية تخزين الغاز تحت الأرض (UGS) أكثر من أي وقت مضى. وباعتبارها العمود الفقري لأمن الغاز العالمي، تلعب مرافق تخزين الغاز تحت الأرض دورًا حاسمًا في تحقيق التوازن بين العرض والطلب، والتخفيف من تقلبات الأسعار، وضمان استقرار إمدادات الطاقة خلال فترات ذروة الاستهلاك. وقد دفعت أزمة الغاز العالمية الأخيرة إلى تسليط الضوء على منشآت الغاز المسال في العالم، مما أدى إلى تسريع النمو وتجديد الاستثمار في هذه البنية التحتية الحيوية.

ساهم انخفاض مستوى ملء مرافق التخزين الأوروبية في بداية فصل الشتاء 2021-2022، وخاصة بسبب عدم ملء مرافق التخزين الأوروبية التابعة لشركة غازبروم، في تضييق كبير في السوق الأوروبية. ردًا على هذا الوضع، اعتمد الاتحاد الأوروبي في 27 يونيو 2022 لائحة تتطلب حدًا أدنى لمستوى التعبئة بنسبة 90% بحلول الأول من نوفمبر لكل دولة عضو، مما مكّن وسمح من ملء مرافق التخزين إلى طاقتها الاستيعابية لفصل الشتاء 2022-2023.

II.9.1. مستويات تخزين الغاز منذ بدأ الأزمة

خلال الأزمة، ساهم انخفاض معدل ملء مرافق التخزين الأوروبية في بداية شتاء 2021-2022 (77% في المتوسط في 1 نوفمبر 2021) في تشديد سوق الغاز في أوروبا. لقد ساعد وصول كميات كبيرة من الغاز الطبيعي المسال وانخفاض الطلب عليه بسبب أسعار الغاز المرتفعة للغاية والجهود المبذولة لتحقيق اقتصاد أكبر، إلى جانب درجات الحرارة المعتدلة في الشتاء، في ضمان أمن الإمدادات في القارة.

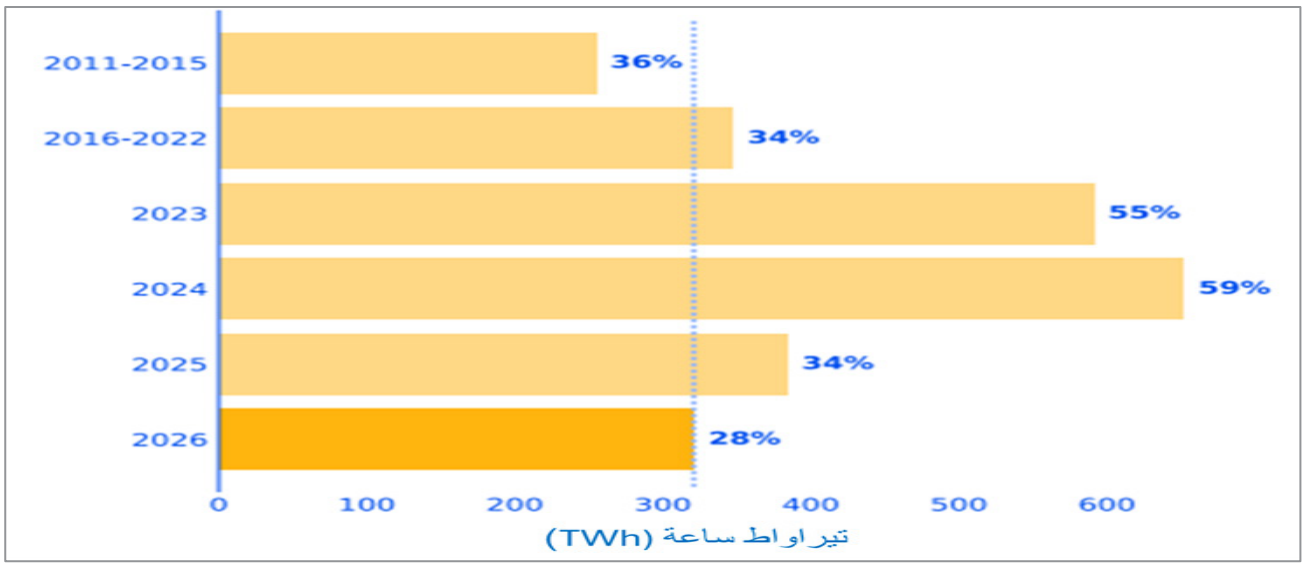
في مارس 2025، اقترحت المفوضية تمديد التزامات تخزين الغاز في الاتحاد الأوروبي حتى نهاية عام 2027 من أجل ضمان أمن إمدادات الطاقة والمساعدة في استقرار أسواق الغاز الأوروبية.

تعد الأهداف الوسيطة، للفترة ما بين 1 فبراير و1 مايو 2025، أهدافًا مهمة لأمن الإمدادات خلال عام 2025، لا سيما في ضوء انتهاء اتفاقية عبور الغاز عبر أوكرانيا منذ حلول 1 يناير 2025. يهدف تحديد هدف فبراير إلى الحد الأدنى لمتوسط الاتحاد عند حوالي 50% إلى تعزيز أمن إمدادات الغاز من خلال ضمان توافر كميات كبيرة من المخازن في ديسمبر 2024 ويناير 2025 عندما يكون الطلب على الغاز مرتفعًا.

وفي حالة ارتفاع الطلب و/أو انخفاض العرض خلال فصل الصيف 2025، ينبغي على الدول الأعضاء أن تسعى جاهدةً للوصول بشكل جماعي إلى نسبة ملء المخزونات 45%، لتعزيز أمن الإمدادات من خلال تسهيل إعادة تعبئة التخزين في 1 نوفمبر 2025.

في نهاية مارس 2026، سجل انخفاض مستويات تخزين الغاز تحت الأرض في الاتحاد الأوروبي مقارنةً عن متوسط السنوات الأخيرة، حيث تراجعت إلى أقل من 30% في العديد من أسواق الاتحاد الأوروبي.

الشكل (8.II): مخزون الغاز في الاتحاد الأوروبي (تيراواط ساعة) ومستوى التعبئة (%)
(ما بين 1 أبريل - 2011-2026)



المصدر: أيسر استنادًا إلى بيانات جمعية مشغلي البنية التحتية للغاز في أوروبا (GIE)، أبريل 2026.

II.2.9. تمديد أهداف تخزين الغاز في دول الاتحاد الأوروبي

عادةً ما يدخل الاتحاد الأوروبي فصل الشتاء بحوالي 100 مليار متر مكعب في سعة تخزين الغاز، لكن الاحتياطيات كانت أقل بكثير في نهاية عام 2021 بسبب انخفاض تدفقات الغاز من روسيا.

أثيرت نقاشات عدة حول مدى ملاءمة هدف الاتحاد الأوروبي المتمثل في ملء 90% من المخزون بحلول 1 نوفمبر 2025 وما إذا كان هذا الإجراء يفرض ضغوطًا تصاعدية غير مبررة على الأسعار. يعرب أصحاب المصلحة والدول الأعضاء عن وجهات نظر متباينة حول استمرارها من عدمها.

وقد اقترحت المفوضية الأوروبية تمديد الأهداف الحالية حتى عام 2027، مع إتاحة المزيد من المرونة لتلبية أهداف تعبئة التخزين الوسيط. وفي وقت نشر هذا الاقتراح، كان الاقتراح قيد المناقشة مع المجلس والبرلمان الأوروبي. وبذلك، يعد تخزين الغاز أمرا حيويا لأمن الإمدادات واستقرارها في أوروبا.

الإطار (3): قواعد تخزين الغاز المقترحة 2025-2027

يُعد تخزين الغاز بين شهري أكتوبر وديسمبر أمرًا بالغ الأهمية. ويعود ذلك لعدة اعتبارات، منها:

- **أولًا**، لضمان إمدادات المواطنين خلال هذه الفترة الحرجة والصعبة،
- **ثانيًا**، لتوفير المزيد من المرونة وتأمين الإمدادات، وضمان توفر الغاز،
- **ثالثًا**، المساعدة في استقرار الأسعار.

تمدد اللائحة المُحدثة برنامج تخزين الغاز في الاتحاد الأوروبي لمدة عامين، حتى 31 ديسمبر 2027. وتدخل عدة تعديلات لتخفيف ضغوط السوق. سيُسمح للدول الأعضاء بالوصول إلى هدف التعبئة بنسبة 90% في أي وقت بين 1 أكتوبر و1 ديسمبر. وبمجرد الوصول إلى هذا الحد، لن يُطلب منها الحفاظ عليه حتى ديسمبر. كما تم إدخال هامش مرونة بنسبة 10%، والذي قد تزيده المفوضية بنسبة 5% إضافية في حالة حدوث ظروف سوقية غير مواتية.

وبالتالي، من بين التغييرات الرئيسية على اللائحة المُوسّعة نذكر:

- ❑ فترة شهرين لتحقيق هدف ملء/تعبئة 90% سنويًا (من 1 أكتوبر إلى 1 ديسمبر)، لتحل محل الموعد النهائي الحالي وهو 1 نوفمبر.
- ❑ إن طبيعة مسارات تعبئة الغاز تبقى إرشادية، ما لم تُقرر دول الاتحاد الأوروبي خلاف ذلك.
- ❑ ستتمتع دول الاتحاد الأوروبي بالمرونة اللازمة لتغيير هدف تعبئة الغاز في حال وجود ظروف سوقية صعبة أو قيود فنية.
- ❑ ستُخوَّل المفوضية بخفض الهدف بشكل أكبر، إذا استمرت ظروف السوق غير المواتية.

المصدر: المفوضية الأوروبية.

II.10. السياسة الأوروبية الجديدة وسوق الغاز الراهنة في أوروبا

في مطلع هذا العام، فبراير 2025، كشفت المفوضية الأوروبية عن سياستها الجديدة التي لا تركز فقط على البيئة بل على القدرة التنافسية الاقتصادية لدعم تقنيات الصناعة النظيفة، في إطار خطط القارة الأوروبية لخفض انبعاثات الكربون.

تعمل المفوضية الأوروبية على ضمان بناء صناعات المستقبل النظيفة في أوروبا وهذا من خلال **"الصفقة الصناعية النظيفة"** والتي تعتبر خطة عمل تتضمن تدابير قصيرة الأجل لخفض تكاليف الطاقة وتعزيز تنافسية دول الاتحاد الأوروبي الصناعية. وتشمل الخطة استثمار أكثر من 100 مليار يورو لدعم التصنيع النظيف في الاتحاد الأوروبي. وقد حدد الاتحاد هدفًا لتحقيق الحياد المناخي بحلول سنة 2050.

لذلك، تحاول المفوضية حشد أكثر من 100 مليار يورو لدعم التصنيع النظيف. وهذا يعني وجود وظائف جديدة تتطلب مهارات عالية في أوروبا، وخفض تكاليف الطاقة، وخفض الطلب على الوقود الأحفوري، واستقلالية أكبر في إدارة إمدادات الطاقة لأوروبا. ويُعد هذا التقدم بالغ الأهمية في ظل تزايد التهديدات لأمن الطاقة على الصعيد العالمي. وتهدف هذه الصفقة إلى تعزيز تنافسية الصناعات الأوروبية وتقليص الكربون.

الفصل الثالث: التوقعات المستقبلية للغاز الطبيعي في أوروبا

عادةً ما يكون من الصعب جدًا وضع توقعات طويلة الأجل لتطورات أسواق الطاقة العالمية، من جانب أساسيات السوق، والتي تفوق 10 أو حتى 20 عامًا. وفي السياق الحالي تشهد الأسواق العالمية والجيوسياسية تغيرات هائلة ذات عواقب غير متوقعة على المدى القصير والمتوسط والطويل. كما أن الأولويات السياسية التي تؤثر على أسواق الطاقة العالمية تبتعد عن إزالة الكربون لصالح توفير طاقة ميسورة التكلفة وأمن إمدادات الطاقة. علاوة على ذلك، يكاد يكون من المستحيل تقييم التأثير قصير الأجل للنزاعات التجارية والقواعد الجديدة على اللعبة الجيوسياسية. لذا، نشر أي تقرير أو دراسة تتعلق بـ"آفاق الطاقة" و/أو "توقعات الطاقة" سواء كانت وطنية، أو إقليمية، أو عالمية ليست بالمهمة السهلة بل تعتبر أكثر تعقيدًا.

ونظرًا للدور المهم الذي تلعبه هذه التوقعات في صياغة القرارات من قبل اللاعبين في السوق الطاقة وواضعي السياسات، فإن الطريقة المتسقة لعرض المعلومات من هذه التوقعات تعتبر ذات أهمية وقيمة كبيرة. ومع ذلك، تستخدم كل منظمة وكل شركة نفطية منهجيات وافتراضات مختلفة، والمقارنة بين هذه وجهات النظر ليست واضحة على الإطلاق.

1.III. نظرة سريعة على مختلف توقعات أسواق الغاز الطبيعي العالمية

تختلف سيناريوهات التوقعات المستقبلية للطلب على الغاز الطبيعي في الاتحاد الأوروبي بين المنظمات الدولية للطاقة والشركات الدولية الكبرى المعنية بدراسة أسواق الطاقة العالمية واستشراف آفاقها المستقبلية. من خلال التقارير المدروسة والمحللة لهذه المنظمات والشركات الدولية للنفط والغاز المختلفة، تمكنا من تسجيل عدة أنواع من الاختلافات والفروق، لاسيما من حيث وحدات القياس المستخدمة ومن حيث المفاهيم والتعاريف و/أو التصنيفات بخصوص مصادر الطاقة المتنوعة.

ونظرًا للقيود الزمنية، تم الاقتصار على **ست دراسات مستقبلية** حديثة للطاقة، معظمها نُشرت خلال الفترة الممتدة ما بين يونيو 2025 ونوفمبر 2025، ومن بين هذه التوقعات التي تم التطرق لها:

- توقعات وكالة الطاقة الدولية (IEA)
- توقعات منظمة الدول المصدرة للبترول "أوبك" (OPEC)
- توقعات منتدى الدول المصدرة للغاز (GECF)

- توقعات شركة "إكسون موبيل" (ExxonMobil)
- توقعات شركة "إكوينور" (Equinor)
- توقعات شركة "توتال إنرجيز" (TotalEnergies).

1.1.III. توقعات وكالة الطاقة الدولية (IEA)

نشرت وكالة الطاقة الدولية (IEA)، مؤخرا في نوفمبر 2025، تقريرها حول "توقعات الطاقة العالمية 2025"، الذي يعكس أحدث البيانات المتعلقة بالطاقة ويسلط الضوء على التغيرات الرئيسية التي طرأت هذا العام على سياسات الطاقة العالمية والأسواق والضغوط الجيوسياسية الحادة.

في تقريرها لهذا العام، ووفقًا لتقرير "توقعات الطاقة العالمية 2025"، تعطي وكالة الطاقة الدولية صورة لعالمٍ متعطشٍ للطاقة. بحيث من المتوقع أن تنمو احتياجات الطاقة نموًا هائلًا خلال العقود القادمة، مدفوعةً بالقطاعات التقليدية – النقل والتدفئة وتكييف الهواء – في الدول النامية، ولكن أيضًا بظهور الذكاء الاصطناعي (AI). وتؤكد الوكالة، بواسطة مديرها التنفيذي أن *"الطلب المتزايد من مراكز البيانات والذكاء الاصطناعي يُسهم في زيادة استهلاك الكهرباء في الاقتصادات المتقدمة"*، ولم يعد يقتصر على الدول الناشئة والنامية فقط. وعلى الرغم من النمو السريع للطاقات المتجددة، فإن النفط والغاز على وجه الخصوص قد يصمدان لفترة أطول من المتوقع، بحيث أن الطلب العالمي على النفط والغاز قد ينمو حتى عام 2050، متخلّية عن توقعاتها السابقة بحدوث انتقال سريع إلى أنواع وقود أنظف، ومتوقعة أن العالم لن يتمكن على الأرجح من تحقيق أهدافه المناخية، وفقًا لوكالة الطاقة الدولية. ومن ضمن إحدى الاستنتاجات الرئيسية لهذا التقرير تكمن في دخول العالم إلى ما تسميه وكالة الطاقة الدولية "عصر الكهرباء".

في هذه الطبعة لعام 2025، أعيد إدراج سيناريو السياسات الحالية (CPS)، الذي تم إدراجه آخر مرة في عام 2019، يُمثل إعادة طرح هذا السيناريو الذي يفترض ضمنه عدم وجود سياسات أو لوائح جديدة بخلاف تلك المعمول بها بالفعل. ويأتي ذلك في ظل إدارة أمريكية تدعم الوقود الأحفوري، بينما تُركز انتقاداتها على مصادر الطاقة المتجددة. للعلم بأن هذا التقرير المرتقب، والذي نشر على غير العادة في نوفمبر بدلا من أكتوبر، عُرض تزامنًا مع مؤتمر الأطراف الثلاثين في البرازيل (COP 30).

وخلال هذه الطبعة المميزة، تُحدد وكالة الطاقة الدولية (IEA) **السيناريوهات** التالية لمستقبل الطاقة العالمية:

- **سيناريو السياسات الحالية (CPS):** يأخذ في الاعتبار السياسات واللوائح الحكومية المعمول بها حاليًا.

❑ **سيناريو السياسات المعلنة (STEPS):** يأخذ في الاعتبار مجموعة أوسع من السياسات، بما في ذلك تلك التي تمت دراستها أو طرحها رسميًا ولكن لم يتم اعتمادها بعد.

بالإضافة إلى سيناريوهات STEPS وCPS، تتضمن التوقعات سيناريوهين آخرين:

❑ **سيناريو "الانبعاثات الصفرية الصافية بحلول عام 2050" (NZE):** يوضح كيف سيحتاج نظام الطاقة العالمي إلى التغيير للحد من الاحترار العالمي بحلول عام 2100 إلى 1.5 درجة مئوية.

❑ **سيناريو "تسريع خدمات الطهي والكهرباء النظيفة" (ACCESS)[35]:** يُقدّم هذا السيناريو المعياري الإضافي "خارطة طريق جديدة" لتحقيق الوصول الشامل للكهرباء والطهي النظيف، وهما هدفان إنمائيان أساسيان دعمتهما وكالة الطاقة الدولية بنشاط لأكثر من عقدين.

وتُوضح وكالة الطاقة الدولية أن هذه ليست "تنبؤات" ولا تُرجّح أي سيناريو على أنه الأكثر احتمالاً. تتفق هذه السيناريوهات الثلاثة في نقطة رئيسية واحدة: سيؤدي تحقيقها إلى ارتفاع في درجة الحرارة يتجاوز 1.5 درجة مئوية بحلول عام 2100 (ما بين 1.65 درجة مئوية في سيناريو صافي الانبعاثات الصفري بحلول عام 2050 و3 درجات مئوية في سيناريو السياسات الحالية). وتُشير وكالة الطاقة الدولية إلى أن عام 2024 كان الأكثر دفئًا على الإطلاق، وأول عام تتجاوز فيه درجات الحرارة العالمية 1.5 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية. كما تهدف هذه النماذج إلى توقعات الديناميكيات الهيكلية للطاقة، بين التحول والأمن.

ومن ضمن إحدى الاستنتاجات الرئيسية لهذا التقرير تكمن في دخول العالم إلى ما تسميه وكالة الطاقة الدولية **"عصر الكهرباء"**. فيما يلي، نلخص في الجدول التالي **"ثلاثة مسارات رئيسية"** – منها 2 ضمن السيناريوهات الاستكشافية وواحد ضمن السيناريوهات المعيارية – التي تقوم وكالة الطاقة الدولية بصياغة تحليلها.

[35] أي the Accelerating Clean Cooking and Electricity Services Scenario

الجدول (1.III.): المسارات الرئيسية لوكالة الطاقة الدولية المستعملة لصياغة توقعاتها السنوية

	السيناريو	تعريف	الفرضية الرئيسية	العواقب الرئيسية على الصناعة والانبعاثات
السيناريوهات الاستكشافية	السياسات الحالية (CPS)	ترتكز على القوانين والتدابير المعتمدة	يتم أخذ السياسات التي تم تنفيذها بالفعل فقط في الاعتبار.	▪ الطلب المتزايد على الطاقة، ▪ استمرار هيمنة الوقود الأحفوري، ▪ وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية من الطاقة تقترب من 40 جيجا طن سنويًا في ثلاثينيات القرن الحادي والعشرين.
	السياسات المعلنة (STEPS)	قراءة ديناميكية لإعدادات السياسة الحالية	تتضمن الالتزامات العامة المعلنة ولكنها ليست ملزمة بالضرورة.	▪ تسارع مصادر الطاقة المتجددة، ▪ سيصل الفحم ذروته قبل عام 2030، لكن الأهداف المناخية (1.5 درجة مئوية) لا تزال بعيدة المنال. على سبيل المثال: من المتوقع أن يستقر استهلاك النفط عند حوالي 102 مليون برميل يوميًا بحلول عام 2030.
السيناريوهات المعيارية	صافي الانبعاثات الصفرية بحلول عام 2050 (NZE)	مسار عالمي للحد من ارتفاع درجة الحرارة إلى 1.5 درجة مئوية	مسار طموح: سعر الكربون مرتفع، كهربة قوية، احتجاز ثاني أكسيد الكربون.	▪ ستنخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من نحو 38 جيجا طن في عام 2024 إلى أقل من 10 جيجا طن بحلول عام 2035، ثم تقترب من الصفر بحلول عام 2050. ▪ وحتى في هذا السيناريو، من المرجح أن يتجاوز الارتفاع 1.5 درجة مئوية قبل العودة إلى ما دون هذه العتبة.
	سيناريو تسريع خدمات الطهي والكهرباء النظيفة (ACCESS)*	خارطة طريق للوصول الشامل للطاقة والكهرباء والطهي النظيف	مسارًا معياريًا جديدًا لتحقيق الوصول الشامل للطاقة الحديثة للجميع، بوضع خطة خاصة بكل دولة لتوفير خدمات الطاقة الحديثة للجميع (الطهي والكهرباء النظيفين).	▪ يقدم خارطة طريق جديدة لتحقيق الوصول الشامل للكهرباء والطهي النظيف – وهما هدفان إنمائيان حاسمان دعمتهما وكالة الطاقة الدولية بنشاط لأكثر من عقدين. ▪ لا يتضمن تقرير توقعات الطاقة العالمية 2025 (WEO-2025) سيناريو الالتزامات المعلنة (APS) نظرًا لعدم توفر رؤية أشمل للالتزامات الجديدة للدول المتعلقة بالمناخ لعام 2035.

المصدر: الباحث مقتبس من وكالة الطاقة الدولية، 2025. * هو سيناريو ACCESS جديد، المُدرج في تقرير آفاق الطاقة العالمية 2025.

في الأسطر التالية، سنركز على سيناريوهين وهما: سيناريو السياسات الحالية (CPS)، وسيناريو السياسات المعلنة (STEPS).

❑ سيناريو السياسات الحالية (CPS)

عالميًا، يتضح أن في سيناريو السياسات الحالية (CPS) سيستمر الطلب على الغاز الطبيعي في النمو حتى بعد عام 2030، حيث تؤدي موجة جديدة من صادرات الغاز الطبيعي المسال إلى ضغط هبوطي على الأسعار. وضمن هذا السيناريو سيرتفع الطلب على الغاز الطبيعي من 5044 مليار متر مكعب عام 2035 الى 5596 مليار متر مكعب بحلول عام 2050.

بالنسبة **لأوروبا،** وفي ظل هذه الظروف، يرتفع الطلب على الغاز الطبيعي من 507 مليار متر مكعب في عام 2024 إلى 477 مليار متر مكعب في عام 2035 و426 مليار متر مكعب بحلول عام 2050.

بالنسبة **للاتحاد الأوروبي،** ضمن هذا السيناريو لهذا العام، يتوقع أن يصل الطلب على الغاز الطبيعي إلى ذروته عند 296 مليار متر مكعب عام 2035 ثم ينخفض إلى 244 مليار متر مكعب بحلول عام 2050.

❑ سيناريو السياسات المعلنة (STEPS)

عالميًا، من خلال سيناريو السياسات المعلنة (STEPS) يتضح أن الطلب على الغاز الطبيعي سيستمر في النمو حتى بعد عام 2030، حيث تؤدي موجة جديدة من صادرات الغاز الطبيعي المسال إلى ضغط هبوطي على الأسعار. وضمن هذا السيناريو سيرتفع الطلب على الغاز الطبيعي من 5044 مليار متر مكعب عام 2035 الى 5596 مليار متر مكعب بحلول عام 2050. وسيرتفع الطلب على الغاز الطبيعي من 507 مليار متر مكعب في عام 2024 إلى 477 مليار متر مكعب في عام 2035 و426 مليار متر مكعب بحلول عام 2050. وهذا أقرب إلى رؤية أوبك طويلة المدى، التي ترى أن الطلب سيصل إلى 123 مليون برميل يوميًا بحلول منتصف القرن.

بالنسبة **لأوروبا،** ضمن هذا السيناريو لهذا العام، يتوقع أن يكون الطلب على الغاز الطبيعي أبطأ من السيناريو السابق بحيث إلى ذروته عند 102 مليون برميل يوميًا حوالي عام 2030، ثم ينخفض إلى 100 مليون برميل يوميًا بحلول عام 2035،

بالنسبة **للاتحاد الأوروبي**، ضمن هذا السيناريو، يتوقع أن يصل الطلب على الغاز الطبيعي إلى ذروته عند 102 مليون برميل يوميًا حوالي عام 2030، ثم ينخفض إلى 100 مليون برميل يوميًا بحلول عام 2035.

III.2.1. توقعات منظمة الدول المصدرة للبترول "أوبك" (OPEC)

في 1 يوليو 2025، صدر تقرير أوبك لتوقعات النفط العالمية 2025 (WOO 2025) والذي يزخر برؤى جوهرية حول مستقبل الطاقة العالمية. ومن بين ما خلص إليه هذا التقرير، نجزه فيما يلي:

- **الطلب العالمي على الطاقة:** من المتوقع أن يرتفع بنسبة 23% بحلول عام 2050، مدفوعًا بالنمو السكاني والتحضر والتوسع الاقتصادي، وخاصة في الدول النامية.
- **تحول في مزيج الطاقة:** على الرغم من نمو مصادر الطاقة المتجددة، سيظل النفط والغاز يهيمنان، حيث سيوفران أكثر من 50% من طاقة العالم بحلول عام 2050.
- **ارتفاع حاد في الكهرباء:** من المتوقع أن يرتفع الطلب على الكهرباء بنسبة 80%، معظمها من الدول غير الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، مدفوعًا بالبنية التحتية الرقمية والتحضر.
- **اتجاهات التنقل:** سيتوسع أسطول المركبات إلى 2.9 مليار بحلول عام 2050 - ستنمو المركبات الكهربائية بسرعة، لكن محركات الاحتراق الداخلي ستبقى مهيمنة (حوالي 72%).
- **احتياجات الاستثمار:** يحتاج قطاع النفط إلى 18.2 تريليون دولار بحلول عام 2050 لتلبية الطلب والحفاظ على أمن الطاقة.
- **نهج متوازن للطاقة:** تدعو أوبك إلى استخدام جميع أنواع الطاقة والتقنيات، مع التركيز على الأمن، والقدرة على تحمل التكاليف، والواقعية في عملية انتقال الطاقة.

عالميًا، من المتوقع أن يرتفع الطلب العالمي على الغاز من 70 مليون برميل نفط مكافئ يوميًا (mboe/d) في عام 2024 إلى 89.7 مليون برميل نفط مكافئ يوميًا في عام 2050، أي بنمو يقارب 20 مليون برميل نفط مكافئ يوميًا. سيزيد الغاز الطبيعي حصته في مزيج الطاقة الأولية من 22.7% إلى 23.7%. وبحلول عام 2035، سيحل الغاز الطبيعي محل الفحم كثاني أكبر وقود في مزيج الطاقة الأولية. وهناك اتجاهان إقليميان مميزان على المدى الطويل. سيأتي النمو من البلدان

النامية (أي المنطقة غير الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، باستثناء روسيا)، والتي ستشهد نموًا يزيد عن 21 مليون برميل نفط مكافئ يوميًا. كما من المتوقع أن تشهد الأسواق الناضجة، بما في ذلك دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية وأوراسيا، نموًا هامشيًا أو ركودًا أو انخفاضًا معتدلًا في استخدام الغاز على المدى الطويل.

في **أوروبا**، يُظهر هذا التقرير أن منطقة أوروبا التابعة لمنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) ستشهد انخفاضًا مستمرًا في الطلب على الغاز يتراوح بين 7.8 و7 مليون برميل نفط مكافئ يوميًا خلال العقد 2030-2040. وفي عام 2045، سيتجاوز الطلب عتبة 7 مليون برميل نفط مكافئ يوميًا ليصل إلى مستوى 6.5 ثم 6.1 مليون برميل نفط مكافئ يوميًا على التوالي في عام 2045 وفي عام 2050. وهو ما يتماشى مع السياسة الرسمية للدول الأوروبية لتقليل اعتمادها على الغاز. وتهدف أوروبا إلى استبدال الغاز بأنواع وقود أخرى، مثل مصادر الطاقة المتجددة والطاقة النووية والغازات المتجددة مثل الميثان الحيوي. ومع ذلك، سيظل الغاز الطبيعي مكونًا أساسيًا في أنظمة الطاقة في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية في أوروبا، وخاصة في مجال توليد الطاقة.

في مناطق أوروبا الأخرى، من المتوقع أن ترتفع إمدادات الغاز الطبيعي من 1.3 مليون برميل نفط مكافئ يوميًا في عام 2024 إلى 1.7 مليون برميل نفط مكافئ يوميًا في عام 2050، وذلك تماشيًا مع تزايد الطلب على الكهرباء وتراجع حصة الفحم في مزيج توليد الطاقة. وسيأتي بعض الدعم من تحول القطاع الصناعي إلى الغاز الطبيعي أيضًا.

III.3.1. توقعات منتدى الدول المصدرة للغاز (GECF)

قدم تقرير "توقعاته المستقبلية العالمية للغاز" (Global Gas Outlook) الصادر عن منتدى الدول المصدرة للغاز (GECF) لهذا العام 2025، في طبعته التاسعة، توقعات مفصلة لصناعة الغاز الطبيعي حتى عام 2050. وتناول الاتجاهات الديموغرافية، والعوامل الاقتصادية المحفزة، وسياسات الطاقة، والتحولات التكنولوجية. وفي ظل التوترات الجيوسياسية المتصاعدة، ومخاوف أمن الطاقة، والاعتماد السريع على الذكاء الاصطناعي.

ووفقًا لتوقعات منتدى الدول المصدرة للغاز الصادر لهذا العام 2025، سيصل إنتاج الغاز الطبيعي إلى 5,317 مليار متر مكعب بحلول عام 2050، ما يعكس زيادة كبيرة تُقارب 1,240 مليار متر مكعب، أي بنسبة 30% مقارنةً بعام 2023. ويتماشى هذا النمو مع الارتفاع المتوقع في

الطلب العالمي على الغاز الطبيعي. ويجب فهم توقعات الإنتاج في سياق الجهود العالمية المبذولة للحد من الانبعاثات المرتبطة بالطاقة وتلبية الطلب العالمي المتزايد على الطاقة في الدول النامية، بالإضافة إلى احتياجات الطاقة للتقنيات الجديدة مثل مراكز البيانات والذكاء الاصطناعي. ومن المتوقع نمو الإنتاج في معظم المناطق، مدفوعًا بالطلب المحلي وفرص التصدير، باستثناء أوروبا نظرًا للانخفاض المستمر في الاحتياطيات المحلية ونضوج الأصول الإنتاجية. ومن المتوقع أن تكون أمريكا الشمالية وأوراسيا والشرق الأوسط أكبر ثلاث مناطق إنتاج بحلول عام 2050، حيث ستشكل مجتمعةً أكثر من 70% من إمدادات الغاز الطبيعي العالمية.

عالميًا، بحلول عام 2024، مع ارتفاع الطلب العالمي على الغاز الطبيعي بنسبة 2.8%، أي بزيادة قدرها 115 مليار متر مكعب، استعاد السوق توازنه تدريجيًا وعاد إلى النمو الهيكلي ليصل إلى مستوى قياسي جديد قدره بلغ 4,145 مليار متر مكعب وكان ذلك مدعومًا بشكل أساسي بالتوسع في منطقة آسيا والمحيط الهادئ (بنسبة 45% من هذا الارتفاع).

ومن المتوقع أن يزداد الطلب العالمي على الغاز بنسبة 32% ليرتفع من 4018 مليار متر مكعب في عام 2023 إلى 5317 مليار متر مكعب بحلول عام 2050، وفقًا لسيناريو الحالة المرجعية (وهو ما يعكس معدل نمو سنوي متوسط قدره 1%).

وتشمل العوامل الرئيسية المحفزة لهذا النمو النمو السكاني والاقتصادي، والسياسات الرامية إلى تحسين جودة الهواء، وخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، والاستخدام المتزايد للغاز الطبيعي لدعم استقرار أنظمة الطاقة المتجددة. كما يُعد الغاز الطبيعي مادة خام أساسية لإنتاج الأسمدة والمواد الكيميائية، مما يدعم أنظمة إنتاج الغذاء في جميع أنحاء العالم والصناعات الكيميائية على نطاق أوسع. علاوة على ذلك، يُعد الغاز الطبيعي محوريًا في توفير إمكانية الوصول إلى الطهي النظيف في المناطق التي تعاني من نقص الخدمات، مما يُساعد في الانتقال من الكتلة الحيوية التقليدية ووقود الطهي المعتمد على الفحم إلى بدائل أنظف، مما يُحسّن الصحة العامة ويُقلل من تلوث الهواء الداخلي. بالإضافة إلى ذلك، يظل الغاز الطبيعي المصدر الرئيسي للحرارة الموثوقة وعالية الحرارة للعمليات الصناعية مثل إنتاج الصلب والأسمنت والزجاج، حيث لا تزال الكهربة والحلول البديلة غير مجدية تقنيًا واقتصاديًا على نطاق واسع.

في أوروبا، من المتوقع أن ينخفض الطلب على الغاز الطبيعي، بشكل كبير، من 463 مليار متر مكعب في عام 2023 إلى 309 مليار متر مكعب بحلول عام 2050، أي بمتوسط انخفاض سنوي قدره 1.4%.

وسيُعزى هذا الانخفاض إلى سياسات تحوّل الطاقة، التي تنتقل من الوقود الأحفوري إلى مصادر الطاقة المتجددة والهيدروجين، بالإضافة إلى التحسينات في كفاءة الطاقة في مختلف الصناعات والمنازل وتوليد الكهرباء. وسيدعم هذا الاتجاه انخفاض كثافة الطاقة في اقتصادات الاتحاد الأوروبي، والتي تقل بنسبة 42% عن المتوسط العالمي، والتي انخفضت بنسبة 4.7% في عام 2023.

III.4.1. توقعات شركة "إكسون موبيل" (ExxonMobil)

يعد تقرير آفاق الطاقة أحدث وجهة نظر لشركة "إكسون موبيل" (ExxonMobil) للطلب والعرض على الطاقة لعام 2050. تستخدم ExxonMobil خدمة بيانات إحصاءات وأرصدة الطاقة العالمية التابعة لوكالة الطاقة الدولية (IEA) بالإضافة إلى مصادر خارجية موثوقة أخرى كأساس تاريخي لبرنامجها Outlook، حيث يتم استخدام بيانات S&P Global Platts، وعلى بيانات IHS Markit، إلى غيرها. وتبني "إكسون موبيل" النظرة المستقبلية على الاتجاهات الحالية في قطاعات التكنولوجيا والسياسات الحكومية وتفضيلات المستهلك والسياسة العالمية والتنمية الاقتصادية.

تشير توقعات إكسون موبيل، الصادرة في أغسطس 2025، إلى أن "النفط والغاز الطبيعي سيواصلان لعب دور حاسم في مزيج الطاقة" حتى عام 2050، إلى جانب الانتشار المتسارع لمصادر الطاقة المتجددة.

تبرز توقعات إكسون موبيل حول كيفية تطور الطلب على الطاقة والعرض خلال الـ 25 عامًا القادمة ثلاث رؤى بارزة، هي:

- **لا شيء يحدث بدون طاقة:** وبحلول عام 2050، سوف يحتاج العالم إلى المزيد منه أكثر من أي وقت مضى حيث سيحقق السكان في جميع أنحاء العالم مستويات معيشية أعلى.
- **سيظل النفط والغاز الطبيعي ضروريين:** يعد الاستثمار المستمر أمرًا بالغ الأهمية لتلبية الطلب المتزايد ودعم النمو الاقتصادي وتحسين موثوقية الطاقة في جميع أنحاء العالم.

- **من المتوقع أن تنخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية بنسبة 25% بحلول عام 2050:** إن تحقيق تخفيضات أكبر سيلزم اتباع السياسات الصحيحة وتحقيق التقدم التكنولوجي.

كما ترى شركة "إكسون موبيل" من خلال هذه التوقعات بأن جميع أنواع الطاقة ضرورية لمستقبل أكثر ازدهارًا وأقل انبعاثات. ومن بين **أهم النقاط** التي خلصت إليها: مصادر الطاقة المتجددة هي الأسرع نموًا؛ ضمن الطاقة الأحفورية يبقى النفط والغاز الطبيعي يشكلان أكثر من نصف مزيج الطاقة العالمي في حين يعتبر الفحم هو الأكثر انخفاضًا؛ سيؤدي ارتفاع مستويات المعيشة إلى زيادة استخدام الطاقة بنسبة 25% في الدول النامية؛ يفتقر نصف سكان العالم حاليًا إلى الطاقة اللازمة لتلبية الاحتياجات الإنسانية الأساسية؛ سيشكل قطاعي الصناعة والنقل أساس الاقتصاد العالمي وسوف يتطلبان إمدادات متزايدة من الطاقة؛ ستنخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية بنسبة 25%؛ وستُسهم القدرة على تحمل التكاليف في دفع وتيرة أي تحول؛ أصبح الاستثمار المستدام في النفط والغاز الطبيعي أكثر أهمية من أي وقت مضى.

بالنسبة **للغاز الطبيعي**، تتوقع شركة "إكسون موبيل"[36] ارتفاع الطلب على الغاز الطبيعي بأكثر من 20% بحلول عام 2050 مقارنة بمستوى العام الماضي، حيث يحل محل الفحم في تشغيل الصناعات وتلبية الاستخدام المتزايد للكهرباء في البلدان النامية. كما أن النفط والغاز الطبيعي سيشكلان تقريبا 54% من مزيج الطاقة العالمي في غضون 25 عامًا المقبلة، بانخفاض نقطة مئوية واحدة عن مستويات عام 2024. وترى شركة "إكسون موبيل" بأن القطاع الصناعي سيقود زيادة الطلب على الغاز الطبيعي مع استبداله بالفحم.

فيما يخص الطلب على الغاز الطبيعي **عالميا**، تُظهر أرقام الشركة أنه من المتوقع أن يرتفع الطلب العالمي على الغاز الطبيعي من 147 كوادريليون وحدة حرارية بريطانية في عام 2024 إلى 174 كوادريليون وحدة حرارية بريطانية بحلول عام 2050. ويمثل هذا نموًا بنسبة 18.4% تقريبًا خلال فترة التوقعات.

أما فيما يخص الطلب على الغاز الطبيعي في **أوروبا**، تظهر التوقعات بأن الطلب على الغاز الطبيعي سيبقى ثابتا ما بين 2024 و 2030 عند مستويات 15 كوادريليون وحدة حرارية بريطانية (qBTU) ثم سينخفض تدريجيا الى 14 كوادريليون وحدة حرارية بريطانية عام 2035 بحيث يبقى

[36] تُشكّل هذه التوقعات أساسًا لاستراتيجية واستثمارات أكبر مُنتج للنفط في الولايات المتحدة على المدى الطويل. لدى "إكسون موبيل" خطط نمو طموحة مقارنةً بشركات النفط العالمية الأخرى، حيث تستهدف زيادة الإنتاج بنسبة 18% خلال السنوات الخمس المقبلة.

عند نفس المستويات تقريبا بحلول 2040. وبعد هذه الفترة، سينخفض الطلب ليصل الى 12 كوادريليون وحدة حرارية بريطانية بحلول عام 2050.

III.5.1. توقعات شركة "إكوينور" (Equinor)

في يونيو 2025، في إصدارها الأخير لعام 2025، قدمت شركة إكوينور (Equinor) تقريرها "منظور الطاقة" أو Perspectives Energy، الذي يعبر على رؤيتها الاقتصادية الكلية العالمية وسوق الطاقة على المدى الطويل وترى أن التوقعات طويلة الأجل لتطورات أسواق الطاقة العالمية عادة ما تكون صعبة للغاية. في هذا الإصدار، قدمت شركة إكوينور أربعة مسارات مستقبلية تُوضّح مسارات التطوير المُحتملة حتى عام 2050 – الجدران، والصوامع، والساحات، والجسور – صُممت كل منها لتعكس درجات متفاوتة من التعاون والتقدم التكنولوجي وتوجهات السياسات. هذه السيناريوهات ليست توقعات، بل مصممة لتسهيل التفكير الاستراتيجي وتخطيط السيناريوهات واتخاذ قرارات مستنيرة في بيئة شديدة الغموض. تستكشف هذه السيناريوهات كيف يمكن للتوازن بين أمن الطاقة، والقدرة على تحمل التكاليف، وإزالة الكربون – ما يُسمى بمعضلة الطاقة الثلاثية – أن يُشكل التطورات طويلة الأجل. وتتمثل هذه المسارات في:

- **الجدران (Walls):** يعتمد على اتجاهات سوق الطاقة التاريخية ويفترض أن العمل المناخي يتسارع بوتيرة بطيئة .
- **الساحات (Plazas):** يستكشف عالمًا حيث تتيح التجارة المفتوحة والاستثمار عبر الحدود نموًا اقتصاديًا أعلى ومزيدًا من الاستهلاك والطاقة بأسعار معقولة.
- **الصوامع (Silos):** ينظر إلى عالم مجزأ حيث تعيق التجارة العالمية المحدودة ونقص التعاون النمو وتشكّل الاستهلاك حول المخاوف المتعلقة بأمن الطاقة.
- **الجسور EP23 (Bridges):** هو سيناريو استشرافي معياري يُظهر التغيير الهائل اللازم للبقاء ضمن ميزانية الكربون البالغة 1.5 درجة مئوية. وسيناريو "الجسور" كما هو موضح في توقعات "منظور الطاقة" للشركة لعام 2023.

وتم وضع هذه السيناريوهات بناءً على افتراضات مُختلفة حول أولويات **معضلة الطاقة الثلاثية** (Energy Trilemma)، و**إزالة الكربون** (Decarbonisation)، و**القدرة على تحمّل التكاليف** (Affordabilty)، وأخيرًا **أمن الإمدادات** (Security-of-Supply).

تهدف السيناريوهات الثلاثة للتوقعات – الجدران والصوامع والساحات – إلى تسليط الضوء على الفجوة الكبيرة بين التغيرات البطيئة والتدريجية نسبيًا التي تميز الانتقال الطاقي اليوم، والتغيرات الجذرية والسريعة اللازمة لوضع العالم على مسار يتوافق مع طموح 1.5° مئوية لاتفاقية باريس كما هو الحال في سيناريو "الجسور" المعياري.

وبحسب **سيناريو "الجدران" أو "Walls"**، سينخفض الطلب على الغاز الطبيعي في الاتحاد الأوروبي من 403 مليار متر مكعب في 2020 إلى 333 مليار متر مكعب في عام 2030. وهذا ما يمثل انخفاضًا ب 70 مليار متر مكعب أي نحو -17% خلال هذه الفترة. كما ستعرف الدول الأوروبية الأخرى أيضًا انخفاضًا في الطلب على الغاز، ولكن بمعدل أبطأ من دول الاتحاد الأوروبي، من 137 مليار متر مكعب في 2020 إلى 126 مليار متر مكعب في عام 2030 أي بنسبة -8% خلال نفس الفترة. وسيتسمر الانخفاض بالنسبة للطلب على الغاز بحلول عام 2050 أين سيصل الطلب في الاتحاد الأوروبي الى مستوى أقل من 200 مليار متر مكعب بحيث سينخفض الى 173 مليار متر مكعب أي بانخفاض يقارب -57% بينما يصل هذا الانخفاض في الدول الأوروبية الأخرى إلى -31% بحلول عام 2050 (كما يوضح الشكل أدناه).

وحسب سيناريو **"الجسور" أو "Bridges"**، سينخفض الطلب على الغاز الطبيعي في الاتحاد الأوروبي الى مستوى يقارب 60 مليار متر مكعب بحلول عام 2050 مقارنة بـ 318 مليار متر مكعب في عام 2030. كذلك، ستشهد الدول الأوروبية الأخرى انخفاضًا في الطلب على الغاز، ولكن بسرعة أقل من دول الاتحاد الأوروبي ليصل الطلب إلى ما يقارب 30 مليار متر مكعب بحلول عام 2050 مقارنة بـ 124 مليار متر مكعب في عام 2030 وهذا ما يمثل انخفاضًا في الطلب بنحو 77% مقارنة بعام 2030.

وحسب سيناريو **"الساحات" أو "Plazas "**، سيصل الطلب على الغاز الطبيعي في الكتلة الأوروبية إلى 244 مليار متر مكعب بحلول عام 2050 مقارنة بـ 343 مليار متر مكعب في عام 2030 وهذا ما يمثل انخفاضًا بنسبة تقارب 30%. أما بالنسبة للدول الأوروبية الأخرى، يتوقع أن يرتفع فيها الطلب على الغاز من 128 مليار متر مكعب في عام 2030 الى 136 مليار متر مكعب بحلول عام 2050 أي بزيادة تقدر بـ 6% خلال الفترة المشار إليها.

وحسب سيناريو **" الصوامع " أو "Silos "**، سينخفض الطلب على الغاز الطبيعي في الاتحاد الأوروبي إلى 126 مليار متر مكعب بحلول عام 2050 وهذا ما يمثل انخفاضًا بنسبة 61%

مقارنة بعام 2030. كذلك، ستشهد الدول الأوروبية الأخرى انخفاضًا في الطلب على الغاز، وستكون دون عتبة 100 مليار متر مكعب، بحيث من المتوقع أن يصل الطلب إلى 76 مليار متر مكعب بحلول عام 2050 أي بنسبة -35% مقارنة بعام 2030.

وبمقارنة بالسيناريوهات الثلاث، فإن الطلب على الغاز الطبيعي في الاتحاد الأوروبي وباقي دول أوروبا من خلال سيناريو "الجسور" أو "Bridges" يعرف انخفاضًا كبيرا من الطلب على الغاز الطبيعي في كل السيناريوهات، أي أن الخروج من الغاز الأحفوري يكون أسرع ضمن هذا السيناريو.

III.6.1. توقعات شركة "توتال إنرجيز" (TotalEnergies)

في 4 نوفمبر 2025، أعلنت شركة النفط الفرنسية "توتال إنرجيز" (TotalEnergies) في تقريرها السنوي عن توقعات الطاقة أنها تتوقع ارتفاع الطلب العالمي على النفط حتى عام 2040 قبل أن ينخفض تدريجيًا، حيث تُبطئ مخاوف أمن الطاقة وغياب التنسيق السياسي جهود خفض الانبعاثات.

إن توقعات الشركة الفرنسية ليست تنبؤات بالفشل لدعم التحول في مجال الطاقة بل هي تذكير بأن الانتقال لا يزال عملاً مستمرًا، ويتأثر بشكل عميق بالقدرة على تحمل التكاليف، والتفاوتات الإقليمية وغير المتكافئة في الانتقال الطاقي، والحدود الجيوسياسية.

وتضع شركة "توتال إنرجيز" **ثلاثة** سيناريوهات حتى عام 2050 تقوم من خلالها بنمذجة ثلاثة مسارات طويلة الأجل — سيناريو الاتجاهات، وسيناريو الزخم، وسيناريو الانقطاع — يعكس كل منها درجات متفاوتة من التنسيق السياسي العالمي والتقدم التكنولوجي.

- **سيناريو الاتجاهات (Trends):** يفترض استمرار السياسات القائمة، لا سيما في الصين وأوروبا. تتوسع مصادر الطاقة المتجددة والكهرباء، لكن قيود الشبكة والتوترات الجيوسياسية تُبطئ التقدم. يصل الطلب على الوقود الأحفوري إلى ذروته حوالي عام 2040 قبل أن يتراجع تدريجيًا، مما يؤدي إلى ارتفاع متوقع في درجة الحرارة بمقدار +2.6 درجة مئوية إلى +2.8 درجة مئوية بحلول عام 2100.

- **سيناريو الزخم (Momentum):** يتوقع وصول دول منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية (OECD) إلى صافي انبعاثات صفرية بحلول عام 2050، والصين بحلول عام 2060. ويدعو هذا

السيناريو إلى تسريع وتيرة الكهربة، والتخلص شبه التام من الفحم في الاقتصادات المتقدمة، واستخدام الغاز الطبيعي كوقود انتقالي. وستعتمد القطاعات غير المكهربة على الهيدروجين والوقود المستدام. وسترتفع درجات الحرارة العالمية بمقدار يتراوح بين +2.2 درجة مئوية و+2.4 درجة مئوية في ظل هذا المسار.

❑ **سيناريو القطيعة (Rupture):** يتماشى هذا السيناريو مع هدف اتفاقية باريس المتمثل في "أقل بكثير من درجتين مئويتين"، ويتطلب تعاونًا دوليًا غير مسبوق. وتتضافر عمليات التخلص التدريجي السريع من الفحم، والكهربة واسعة النطاق، والاستخدام المستقر للغاز، مع التوسع الهائل في مصادر الطاقة المتجددة، للحد من الاحترار العالمي إلى ما بين +1.7 درجة مئوية و+1.9 درجة مئوية. وتُحذر شركة "توتال إنرجيز" من أن الوقائع الجيوسياسية الحالية تجعل هذا السيناريو مستبعدًا وغير محتمل على المدى القريب.

وفي جميع النماذج، يزداد الطلب على الكهرباء بشكل حاد ويلعب الغاز الطبيعي دورًا استقراريًا كمصدر طاقة انتقالي. وتؤكد الشركة أن استمرار الاستثمار في النفط والغاز سيظل ضروريًا لتعويض تراجع إنتاج النفط والغاز، حتى مع توسع مصادر الطاقة المتجددة.

بالنسبة للطلب على الغاز الطبيعي، من المتوقع أن ينمو الطلب على الغاز على مدى السنوات الـ 25 المقبلة. بحيث من المتوقع أن يرتفع الطلب العالمي بنحو 10%، ليصل إلى 4,620 مليار متر مكعب بحلول عام 2050، مقابل 4 200 مليار متر مكعب عام 2024 مدفوعًا بشكل رئيسي بالمشترين الآسيويين (الشكل أدناه).

أما بالنسبة **لأوروبا**، فإذا كان الطلب على الغاز سيرتفع في جميع المناطق والقطاعات فهذا باستثناء أوروبا التي يتوقع انخفاض في الطلب من 10% عام 2024 إلى 8% بحلول عام 2050.

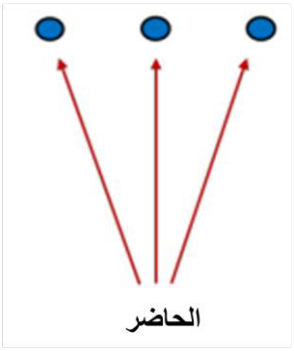
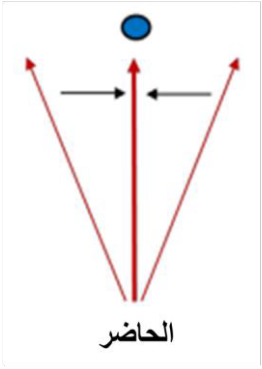
الجدول (2.III): مقارنة بين مختلف الدراسات حول توقعات الطاقة العالمية (الغاز الطبيعي)

#	المنظمة	نوع الهيئة/المنظمة	اسم التقرير	التاريخ (تاريخ النشر)	المنهاجية	نطاق الدراسة	راعي الدراسة	الاتجاهات المستقبلية (الغاز)	الأفق الزمني
1	وكالة الطاقة الدولية (IEA)	منظمة حكومية دولية	World Energy Outlook	نوفمبر 2025	Energy Outlook	Outlook	IEA	↓	2050
	وكالة الدولية للطاقة (IEA)	منظمة حكومية دولية	World Energy Outlook	نوفمبر 2025	Energy Outlook	Outlook	IEA	↓	2050
2	أوبك (OPEC)	منظمة حكومية دولية (منتجي النفط)	World Oil Outlook	يوليو 2025	World Oil Outlook	Outlook	OPEC	↓	2050
3	منتدى الدول المصدرة للغاز (GECF)	منظمة حكومية دولية (منتجي الغاز)	GECF Global Gas Outlook 2050	مارس 2025	Outlook	Outlook	GECF	↓	2050
4	"إكسون موبيل" (ExxonMobil)	شركة دولية للطاقة	Outlook for Energy	أغسطس 2025	2025 Outlook for Energy	Outlook	ExxonMobil	↓	2050
5	"إكوينور" (Equinor)	شركة دولية للطاقة	Energy Perspectives 2025	يونيو 2025	Energy Perspectives 2025	Outlook	Equinor	↓	2050
6	شركة "توتال إنرجيز" (TotalEnergies)	شركة دولية للطاقة	TotalEnergies Energy Outlook2025	نوفمبر 2025	Energy Perspectives 2025	Outlook	TotalEnergies	↓	2050

المصدر: الباحث.

الإطار (4): منطق السيناريو والفرق بين نهج التنبؤ والتنبؤ العكسي
السيناريوهات ليست تنبؤات بما سيحدث في المستقبل، بل هي مبنية على فرضية أن المستقبل غير مؤكد وغير قابل للمعرفة، وهو ما يتماشى مع التفكير فيما لا يمكن تصوره. وهذا النهج، الذي يُطلق عليه غالبًا الأسلوب الحدسي، تم تطويره بشكل أكبر من قبل شركتا "شل" وSRI، وهو يعكس فلسفة خان (Khan's philosophy). يمكن تعريف السيناريوهات بأنها مجموعة من القصص المعقولة/المُحتملة حول كيفية تطور العالم، وتوفر فهمًا عميقًا للقوى التي قد تدفع المستقبل نحو اتجاهات مختلفة (الشكل أدناه).

منطق السيناريو والفرق بين نهج التنبؤ والتنبؤ العكسي

التنبؤ العكسي	السيناريوهات	التنبؤات
تقييم المسارات المؤدية إلى مستقبل مرغوب فيه	استكشاف المستقبلات البديلة	توقع مستقبل (الأكثر احتمالًا)
		

المصدر: الباحث

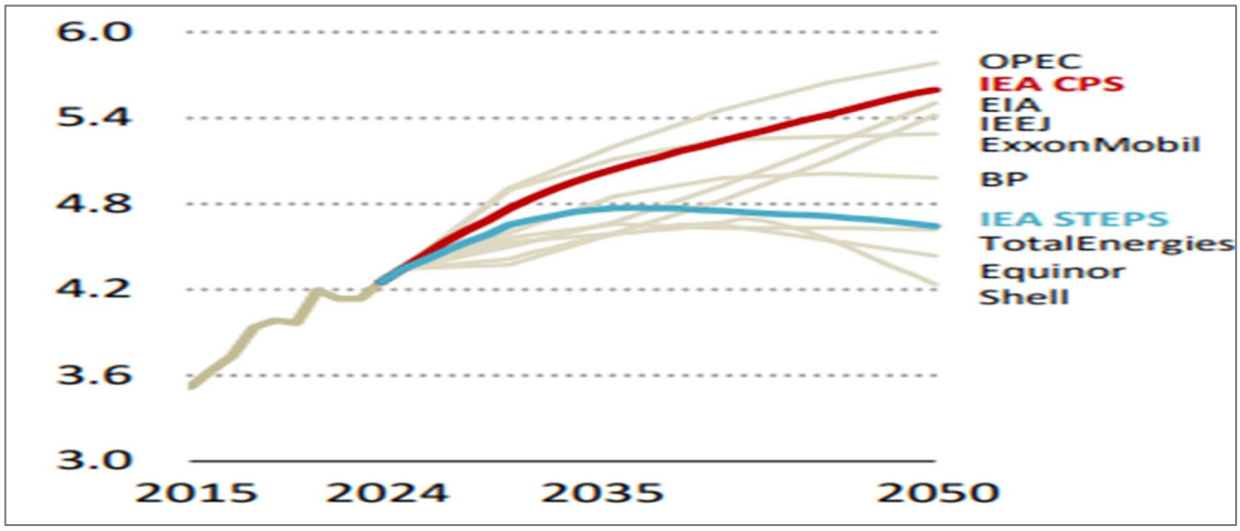
2.III. مقارنة توقعات الطاقة العالمية للغاز الطبيعي بالتقييمات الأخيرة

بالنسبة للطلب على الغاز الطبيعي، هناك تباين أكبر بين السيناريوهات المختلفة. ويعود تأثر الغاز الطبيعي بمجموعة أوسع من النتائج مقارنةً بالنفط جزئيًا إلى حساسيته العالية للأسعار، والتي تنبع من المنافسة الشرسة بينه وبين أنواع الوقود والتقنيات الأخرى في مختلف القطاعات. كما يعكس هذا التباين موقع الذي يحتله الغاز الطبيعي في مفترق طرق تحولات الطاقة، حيث يمكن لدوره أن يتغير بشكل كبير تبعًا للموقع الجغرافي والإطار الزمني والقطاع.

وبمقارنة توقعات الطاقة العالمية، يُشير سيناريو CPS إلى أن مستوى الطلب على الغاز الطبيعي في عام 2050 قريب من السيناريوهات المرجعية الصادرة عن إدارة معلومات الطاقة الأمريكية (EIA) ومنظمة أوبك (OPEC) ومعهد اقتصاديات الطاقة الياباني (IEEJ)؛ بينما يقع سيناريو STEPS في مستوى أدنى بقليل من منتصف النطاق الكامل للسيناريوهات، وهو واحد من عدة سيناريوهات تتوقع ذروة ثم انخفاضًا في الطلب على الغاز الطبيعي بحلول عام 2050، كما يوضح الشكل أدناه.

الشكل (1.III): مقارنة بين سيناريوهات الطلب العالمي على الغاز حتى عام 2050

(تريليون متر مكعب)



السيناريوهات المرجعية المعروضة في هذا المنحنى هي سيناريوهات المنظمات الدولية (وكالة معلومات الطاقة الأمريكية، منظمة أوبك، والمعهد الياباني لاقتصاديات الطاقة)، والشركات النفطية الدولية الكبرى المختلفة ("إكسون موبيل"، "بريتيش بتروليوم"، "إكوينور"، "شل"، "توتال إنرجيز") التي تم إنشاؤها ونشرها في عام 2025.

المصدر: وكالة الطاقة الدولية، توقعات الطاقة العالمية 2025.

3.III. دور الغاز في المستقبل ... في سياق انتقالات الطاقة؟

على مر التاريخ، كانت انتقالات الطاقة يُنظر إليها على أنها إضافات بدلًا من استبدالها واستغرقت عدة عقود. وعلى مدى القرنين الماضيين، طوّرت البشرية تقنيات عديدة أتاحت لها الوصول إلى مصادر طاقة متنوعة لأنشطة متعددة. ومع ذلك، فإن تاريخ الطاقة ليس تاريخ "انتقالات" بل تاريخ "إضافات متتالية" لمصادر جديدة للطاقة الأولية. وحتى يومنا هذا، جرت انتقالات الطاقة على مدى فترات طويلة. وكانت هذه الانتقالات في الواقع تمثل ظهور مصادر طاقة جديدة أكثر منها انتقالات بالمعنى الحقيقي للكلمة.

تشير التحولات في الطاقة تاريخيًا إلى زيادة في مصادر الطاقة، حيث نمت المصادر الجديدة مثل النفط جنبًا إلى جنب مع المصادر القديمة (الفحم) **دون استبدال فوري**، واستغرق ذلك عدة عقود. ومع ذلك، فإن التحول الحالي المدفوع بالمناخ يتطلب تغييرات سريعة، تتطلب إضافة مصادر الطاقة المتجددة ووقف استخدام الوقود الأحفوري لإحداث تحول جذري، وهو مزيج من "الإضافة/الحذف" أصعب بكثير من أي وقت مضى، رغم أن البعض يعتقدون أنه لا يزال في جوهره إضافة، مما يبطئ التراجع الضروري للوقود الأحفوري. ومن بين ما يستخلص عبر التاريخ:

- على الرغم من نمو الطاقة المتجددة، لم يبدأ العالم بعد في التحول و/أو الاستغناء تمامًا عن الوقود الأحفوري.
- شهد العالم سلسلة من الإضافات في مجال الطاقة؛ فقد تم تطوير أنواع جديدة من الوقود استنادًا إلى الأنواع القديمة على مدى أكثر من 200 عام.
- تشير التوقعات إلى أن الطاقات المتجددة تضاف إلى مصادر الطاقة الحالية إلى حد كبير، بدلًا من استبدالها.

III. 1.3. انتقالات الطاقة بين النظرية والواقع

يصطدم الحديث عن انتقالات الطاقة (الانتقال إلى الطاقات المتجددة) بواقع يتسم بالتعقيد الشديد والبطء الشديد، لأن الطاقات لا يمكن استبدالها بل تضاف إلى بعضها البعض (الفحم والنفط والغاز، وغيرها)، مما يتطلب بنى تحتية ضخمة ومكلفة، فضلاً عن تداخلها. كما يُظهر الواقع أن تاريخ الطاقة يتكون من "إضافات" وليس من "استبدالات" خطية، وأن الخطاب الحالي، الذي يركز غالبًا على الإرادة التكنولوجية، قد يخفي حجم التحديات (إزالة الكربون) ويتجاهل الحلول البديلة مثل الاعتدال أو الانكماش الاقتصادي، مما يجعل الانتقال الفعلي بطيئًا.

كما أن انتقالات الطاقة تستغرق وقتًا طويلا وهو ما تبين من خلال الانتقال من الخشب إلى الفحم، ثم من الفحم إلى النفط، الذي استغرق عقودًا إن لم يكن أجيالًا. ويحاول الانتقال الحالي أن يتحرك بسرعة غير مسبوقة – في غضون جيل واحد أو جيلين – في الوقت الذي يبلغ فيه الطلب العالمي على الطاقة أعلى مستوياته في التاريخ. لذلك، تمت مراجعة معظم الطموحات والتوقعات المستقبلية لأهم المنظمات والشركات العاملة في قطاع الطاقة، على غرار وكالة الطاقة الدولية مؤخرًا.

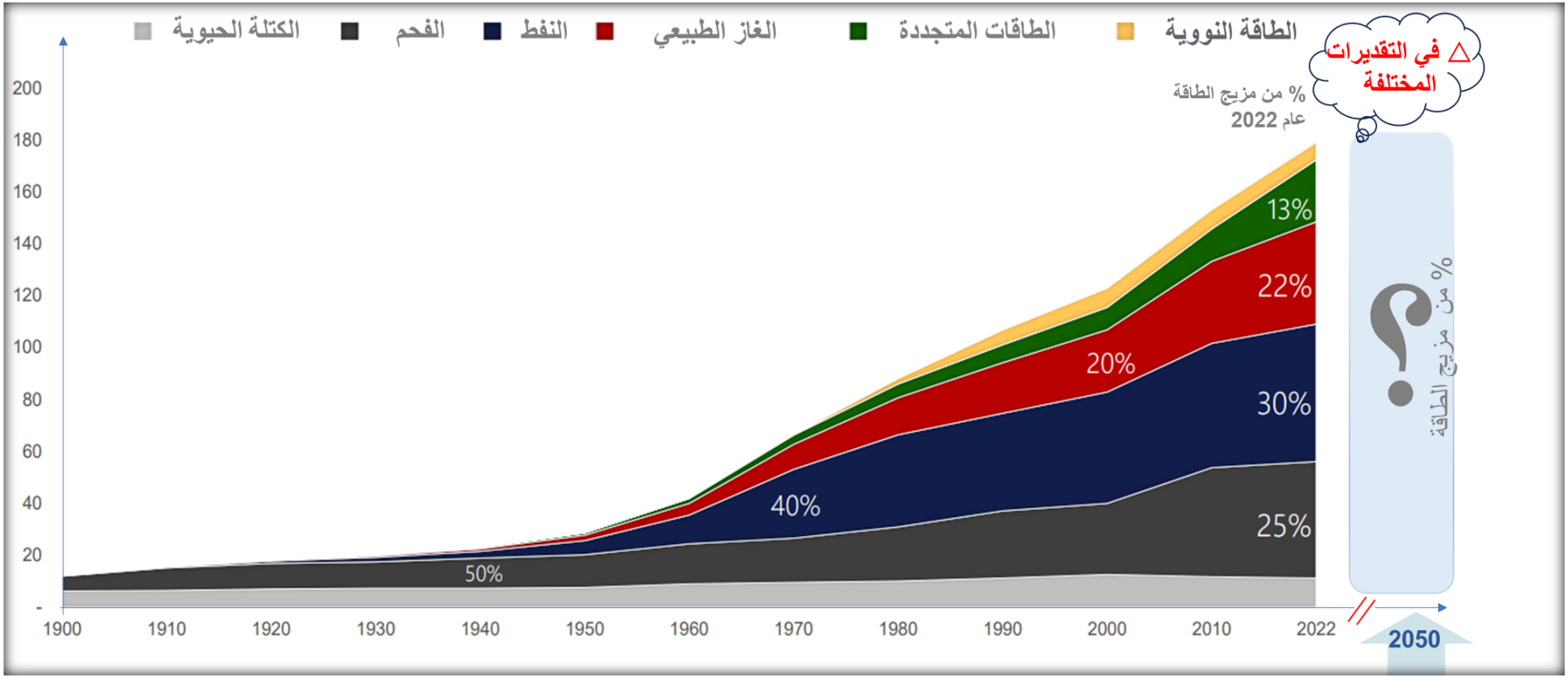
III. 2.3. دور الغاز في المستقبل

كما رأينا أعلاه، فان كل التوقعات تشير لاستمرار ارتفاع الطلب العالمي على الغاز الطبيعي حتى عام 2050، مدفوعًا بالنمو السكاني والتصنيع في آسيا والشرق الأوسط، وازدهار مراكز البيانات والذكاء الاصطناعي، مع زيادة كبيرة في الغاز الطبيعي المسال، على الرغم من أن الوكالة الدولية للطاقة تتوقع استقرار الطلب على الهيدروكربونات بعد عام 2050 في بعض السيناريوهات. سيظل الغاز ركيزة أساسية للطاقة، مكملة للنفط، الذي من المتوقع أن يحافظ أيضًا على طلب قوي، على الرغم من التحول في مجال الطاقة .

بحلول عام 2050، ستصبح الكهرباء الناقل المهيمن للطاقة، مع فقدان الغاز الطبيعي (الميثان الأحفوري) أهميته النسبية من حيث الحجم، مع الاحتفاظ في الوقت نفسه بدوره كوقود مرن. إن تحول الغاز الطبيعي في أوروبا غير خطي وذو وجهين - وخير مثال على ذلك ما نراه في ألمانيا، حيث يتم تركيب العديد من وحدات إعادة التغويز العائمة (وحدات إعادة التغويز للتخزين العائمة، ومحطات استيراد الغاز الطبيعي المسال المرنة) وبالتوازي مع الموعد النهائي في عام 2043 لانتهاء صلاحية وحدات إعادة التغويز العائمة تلك. على الصعيد العالمي، نرى أن الغاز الطبيعي سيحل محله إلى حد كبير في عام 2050 التخزين والميثان الحيوي والهيدروجين في إنتاج الكهرباء والاحتفاظ بدور ما في مزيج الطاقة الأوروبي العالمي. ويمكن للغاز الطبيعي أن يلعب دورًا مستمرًا كوقود جسر لانتقال الطاقة، بما في ذلك كمادة وسيطة للهيدروجين منخفض الكربون كما هو معترف به ضمنيًا في "المبادئ الطوعية رفيعة المستوى لمجموعة العشرين بشأن الهيدروجين" - وبالنسبة لأي دور للغاز كوقود انتقالي مرن في أوروبا، سيكون المفتاح هو معالجة انبعاثات الميثان وضمان وجود نظام بيئي مرن في أوروبا.

من خلال تقديم نبذة تاريخية موجزة عن استعمالات الطاقة، من شأنها أن توفر دروسًا قيّمة تُبدد بعض **الأوهام** حول قدرة الموارد المتجددة على حل مشاكل العالم في سياق التنمية المستدامة. فمنذ منتصف القرن العشرين، عرف العالم نموًا سكانيًا غير مسبوق، ما أدى بدوره إلى زيادة هائلة في الطلب على الطاقة. وباختصار، مع كل حقبة تاريخية، لم تشهد البشرية انتقالاً كاملاً من مصدر طاقة لأخر بالتخلي عن طاقة معينة وتعويضها بأخرى. لمزيد من التوضيح، طالع الشكل أدناه "مزيج الطاقة العالمي حسب الوقود".

الشكل (2.III): مزيج الطاقة العالمي حسب الوقود (بيتاواط ساعة)



الفحم	• استغرق الفحم 60 عاماً ليصل إلى حصة 50% من الطاقة العالمية		التركيبة الكيميائية	HC2	1H=1-2 C
النفط	• استغرق النفط 60 عاماً ليصل إلى حصة 40%			CH2	1H=1/2 C
الغاز الطبيعي	• استغرق الغاز الطبيعي 60 عاماً ليصل إلى حصة 20%			CH4	1H=1/4 C
الطاقة النووية	• استغرقت الطاقة النووية 80 عاماً منذ اكتشافها وحتى انتشارها على نطاق واسع			U	N.A.
	إن الاتجاه نحو إزالة الكربون (C) هو في "قلب" تطور الطاقة ← انتقالات الطاقة (Energy Transitions) ستستغرق وقتاً طويلاً				

المصدر: الباحث من خلال مصادر متعددة وفصل الكتاب للباحث Oudjida (2019).

الفصل الرابع: انعكاسات أزمة الطاقة على دول "أوابك" المصدّرة للغاز

مع بدء الأزمة الروسية-الأوكرانية التي ضربت أوروبا بقوة، وبعد مضي أكثر من أربع سنوات، أدت هذه الأزمة إلى تغيير أسواق الاتحاد الأوروبي بطريقة دائمة وتسريع تنفيذ استراتيجيات جديدة لكسب سيادة الطاقة (energy sovereignty). حيث فرضت الكتلة الأوروبية حظرًا على الغاز الروسي كجزء من خطة "REPowerEU" لكسر الاعتماد عليه والبحث عن شركاء آخرين لتزويد السوق بكميات الغاز اللازمة. ولهذا السبب اتجهت العديد من دول الاتحاد إلى أقرب جيرانها في منطقة شمال إفريقيا والشرق الأوسط (MENA) كما كانت هناك إجراءات على المستوى الإقليمي، والجهوي وأخرى نظمها زعماء الاتحاد الأوروبي من خلال الزيارات العديدة والمتعددة للمسؤولين الأوروبيين منذ بداية الأزمة.

في هذا الفصل، نحاول التطرق للانعكاسات أزمة الطاقة على الدول العربية المصدّرة للغاز أعضاء في "أوابك" المنتجة والمصدرة عبر خطوط الأنابيب إلى أوروبا جراء الخيارات الاستراتيجية الجديدة للاتحاد الأوروبي ضمن خطة "REPowerEU" من خلال عرض وتحليل أساسيات السوق. وسنقتصر في الأسطر التالية على صادرات الغاز عبر خطوط الأنابيب فقط. علمًا بأن صادرات الغاز عبر الناقلات أي الغاز المُسال – والتي تُعرف بأنها طريقة أكثر مرونة – تطرقنا إليها في دراسة[37] نشرت في مطلع سبتمبر 2025.

1.IV. الغاز الطبيعي في الدول الأعضاء في "أوابك"

كانت المنطقة العربية ولازالت **"حجر الزاوية الاستراتيجي"** لمزيج الطاقة الأوروبي. ومع اندلاع الأزمة اكتسبت المنطقة اعتبارًا أكبر بالنسبة لدول الاتحاد الأوروبي التي تسعى إلى التنوع في الشراكات وفي مصادر الإمدادات، وتقليل استهلاك الطاقة داخل دول الاتحاد الأوروبي وتطوير الطاقات المتجددة، في إطار خطة "REPowerEU" وبالتالي جعل الدول الأوروبية أقل عرضة لخطر الاضطرابات، والتكيف بسرعة مع عالم الطاقة "بدون روسيا" في الأمد القريب/المتوسط. ومن المتوقع أن يستمر زخم صادرات الغاز الذي شهد في عام 2022 في السنوات القادمة مما يوفر فرصًا جديدة للمنتجين/المصدرين للغاز الطبيعي لا سيما من الدول الأعضاء في "أوابك".

[37] عنوان الدراسة "الخيارات الاستراتيجية للاتحاد الأوروبي في التوجه نحو الغاز الطبيعي المُسال وانعكاساتها على الدول الأعضاء المصدّرة للغاز"، أوابك، سبتمبر 2025.

1.1.IV. نظرة موجزة عن الغاز الطبيعي في الدول الأعضاء في "أوابك"

كان من الطبيعي أن تؤدي "أزمة" الطاقة والصراع في أوكرانيا إلى دفع **"الغاز العربي"** إلى واجهة الأحداث لما تزخر به دول المنطقة العربية من احتياطات وإنتاج وإمكانيات تصدير هائلة للدول المستهلكة، منها الدول الأوروبية. وتأتي صادرات عبر خطوط الأنابيب الغاز من شمال القارة الإفريقية إلى أوروبا من بلدين فقط؛ الجزائر وليبيا.

في السطور التالية، نستعرض أهم المؤشرات الرئيسية لعام 2013 المتعلقة بالغاز الطبيعي (الإنتاج والاستهلاك المحلي والصادرات) لكل من الجزائر وليبيا[38]، **الدولتين العضوتين** في منظمة "أوابك". من خلال المعطيات لعام 2013، يبرز الجدول أدناه ما يلي:

- الاحتياطيات المؤكدة من الغاز الطبيعي بلغت 6010 مليار متر مكعب.
- كان إجمالي إنتاج الغاز الطبيعي 202 مليار متر مكعب (99.5 مليار متر مكعب من الإنتاج المسوق).
- وصل إجمالي صادرات الغاز الطبيعي 53 مليار متر مكعب، منها 38 مليار متر مكعب عبر خطوط الأنابيب و15 مليار متر مكعب بواسطة الناقلات (الغاز الطبيعي المسال).
- بلغ إجمالي الاستهلاك المحلي نحو 43 مليار متر مكعب بالنسبة للدولتين وهذا الاستهلاك كان مرتفعاً في 0ليبيا (أو ما يمثل 60% من الإنتاج المسوق).

الجدول (1.IV): احتياطيات وإنتاج واستهلاك وصادرات الغاز الطبيعي في الدول الأعضاء في "أوابك" (عام 2013)

الغاز الطبيعي (مليار متر مكعب)	الاحتياطيات المؤكدة	الإنتاج		الصادرات		الاستهلاك المحلي
		الإجمالي	المسوق	خطوط الأنابيب	الناقلات (المسال)	
الجزائر	4,504	179.49	82.43	32.23	15.16	32.53
ليبيا	1,506	22.88	16.99	5.55	0	10.16
مجموع "أوابك"	**6,010.00**	**202.37**	**99.42**	**37.78**	**15.16**	**42.69**

المصدر: بيانات منتدى الدول المصدرة للغاز، التقرير السنوي، 2023.

[38] بدأت ليبيا بتصدير الغاز الطبيعي المُسال منذ عام 1971. وكانت محطة مرسى البريقة (Marsa El Brega) للغاز الطبيعي المُسال، في منطقة الواحات، هي المحطة الوحيدة في ليبيا التي يتم من خلالها تصدير الغاز الطبيعي المُسال. وكانت هذه المنشأة تصدر 3.2 مليون طن سنويًا من أربعة قطارات تسييل قبل أن تتوقف عن التصدير عام 2011 بعدما دُمّرت خلال السنوات الأولى من الصراع ولم يتم تشغيلها منذ ذلك الوقت. لذا، يمكن إدراج ليبيا كمُصدّر سابق للغاز الطبيعي المسال.

ومن الجدير بالذكر أنه في حين أن الجزائر تصدر المزيد من الغاز الطبيعي بواسطة وسيلتين – خطوط الأنابيب والناقلات – فإن ليبيا تقوم بتصدير الغاز الطبيعي عبر خطوط الأنابيب فقط (100% من إجمالي الصادرات) بعد انقطاع تصديرها للغاز الطبيعي المسال منذ أحداث عام 2011. ومنه، يبرز دور الجزائر كأهم الدول العربية المصدرة للغاز الطبيعي عبر خطوط الأنابيب. أما من خلال المعطيات لعام 2023 يمكن ملاحظة ما يلي:

- الاحتياطيات المؤكدة من الغاز الطبيعي ظلت تقريبا مستقرة، حيث بلغت 6009 مليار متر مكعب، وتتركز الاحتياطيات الهائلة بشكل أكبر في الجزائر (ثلاثة أضعاف احتياطات ليبيا).
- بلغ إجمالي إنتاج الغاز الطبيعي 214 مليار متر مكعب (118 مليار متر مكعب من الإنتاج المسوق).
- بلغ إجمالي صادرات الغاز الطبيعي نحو 55 مليار متر مكعب، منها 37 مليار متر مكعب عبر خطوط الأنابيب و 18 مليار متر مكعب بواسطة الناقلات (الغاز الطبيعي المسال).
- بلغ إجمالي الاستهلاك المحلي 63 مليار متر مكعب بالنسبة للدولتين وهذا الاستهلاك يبقى مرتفعاً في ليبيا (أو ما يمثل 81% من الإنتاج المسوق).

الجدول (2.IV): احتياطيات وإنتاج واستهلاك وصادرات الغاز الطبيعي في الدول الأعضاء في "أوابك" (عام 2023)

الغاز الطبيعي (مليار متر مكعب)	الاحتياطيات المؤكدة	الإنتاج		الصادرات		الاستهلاك المحلي
		الإجمالي	المسوق	خطوط الأنابيب	الناقلات (المسال)	
الجزائر	4,504	186.91	105.48	34.49	17.78	52.9
ليبيا	1,505	27.17	12.27	2.34	0	9.94
مجموع "أوابك"	**6,009.00**	**214.08**	**117.75**	**36.83**	**17.78**	**62.84**

المصدر: بيانات منتدى الدول المصدرة للغاز، التقرير السنوي، 2024.

ومع الإصدار الأخير، في ديسمبر 2025، للنسخة التاسعة من النشرة الإحصائية السنوية لعام 2025، الصادرة عن منتدى الدول المصدرة للغاز، ومن خلال المعطيات لعام 2024، يمكن ملاحظة ما يلي:

- الاحتياطيات المؤكدة من الغاز الطبيعي انخفضت بشكل كبير، حيث بلغت 5,234 مليار متر مكعب، وهذا بعد مراجعة الاحتياطات في ليبيا والتي انخفضت الى 730 مليار متر مكعب في عام 2024 بعدما كانت 1,505 مليار متر مكعب في عام 2023 (تخفيض الاحتياطيات إلى النصف).

- بلغ إجمالي إنتاج الغاز الطبيعي 214 مليار متر مكعب (بلغ الإنتاج المسوق نصف الإنتاج الإجمالي).
- بلغ إجمالي صادرات الغاز الطبيعي نحو 50 مليار متر مكعب، منها 35 مليار متر مكعب عبر خطوط الأنابيب والباقي بواسطة الناقلات (الغاز الطبيعي المسال).
- أما إجمالي الاستهلاك المحلي فبلغ نحو 61 مليار متر مكعب بالنسبة للدولتين وهذا الاستهلاك يبقى مرتفعاً في ليبيا (أو ما يمثل 92% من الإنتاج المسوق).

الجدول (3.IV): احتياطيات وإنتاج واستهلاك وصادرات الغاز الطبيعي في الدول الأعضاء في "أوابك" (عام 2024)

الغاز الطبيعي (مليار متر مكعب)	الاحتياطيات المؤكدة	الإنتاج الإجمالي	الإنتاج المسوق	الصادرات خطوط الأنابيب	الصادرات الناقلات (المسال)	الاستهلاك المحلي
الجزائر	4,504.00	185.00	98.00	34.00	15.00	49.00
ليبيا	730.00	29.00	13.00	1.00	-	12.00
مجموع "أوابك"	**5,234.00**	**214.00**	**111.00**	**35.00**	**15.00**	**61.00**

المصدر: بيانات منتدى الدول المصدرة للغاز، التقرير السنوي، 2024.

2.1.IV. حصة الغاز الطبيعي في الدول الأعضاء في "أوابك"

في عام 2013، كانت حصة الدولتين الأعضاء من منظمة "أوابك" من حيث الاحتياطيات المؤكدة والإنتاج المسوق للغاز الطبيعي 3% و5% على التوالي مقارنة بالاحتياطيات المؤكدة وإنتاج الغاز في العالم. أما بالنسبة لحصة صادرات الغاز الطبيعي من الدول المذكورة أعلاه عن طريق خطوط الأنابيب وعن طريق البحر فقد كانت كلاهما تمثل 5% مقارنة بالصادرات الغاز الطبيعي العالمية. أما الاستهلاك المحلي بالنسبة للدولتين كانت حصته 1% فقط مقارنة بالاستهلاك العالمي.

الجدول (4.IV): حصة الغاز الطبيعي لدولتين الأعضاء في "أوابك" – العالم عام 2013

الغاز الطبيعي (مليار متر مكعب)	الاحتياطيات المؤكدة	الإنتاج الإجمالي	الإنتاج المسوق	الصادرات خطوط الأنابيب	الصادرات الناقلات (المسال)	الاستهلاك المحلي
مجموع "أوابك"	6,010.00	202.37	99.42	37.78	15.16	42.69
العالم	201,033.00	4,278.79	3,434.99	715.29	326.55	3,432.70
"أوابك"/ باقي العالم	**%3**	**%5**	**%3**	**%5**	**%5**	**%1**

المصدر: حسابات الباحث استنادًا إلى بيانات منتدى الدول المصدرة للغاز، التقرير السنوي 2023.

في عام 2023، ظلت حصة كل من الاحتياطيات المؤكدة وكذا الإنتاج المسوق والصادرات عبر خطوط الأنابيب للدولتين في "أوابك" ثابتة وكانت على التوالي 3%، 3% و 5% مقارنة بالسنوات العشر الماضية، أي عام 2013. أما حصة كل من الإنتاج الإجمالي والصادرات عبر الناقلات – الغاز الطبيعي المسال – عرفت انخفاضًا طفيفًا وجاءت على التوالي 4% و 3% مقارنة بعام 2013. للإشارة، فان الاستهلاك المحلي عرف ارتفاعًا طفيفًا يقدر بـ 2% مقارنة بعام 2013 كما هو موضح في الجدول أدناه.

الجدول (5.IV): حصة الغاز الطبيعي لدولتين الأعضاء في "أوابك" – العالم عام 2023

الغاز الطبيعي (مليار متر مكعب)	الاحتياطيات المؤكدة	الإنتاج		الصادرات		الاستهلاك المحلي
		الإجمالي	المسوق	خطوط الأنابيب	الناقلات (المسال)	
مجموع "أوابك"	6,009.00	214.08	117.75	36.83	17.78	62.84
العالم	208,117.00	4,985.00	4,117.00	699	547	4,094
"أوابك"/ باقي العالم	%3	%4	%3	%5	%3	%2

المصدر: حسابات الباحث استنادًا إلى بيانات منتدى الدول المصدرة للغاز، التقرير السنوي 2024.

أما بالمقارنة بين عامي 2013 و2023، يُظهر الجدول أدناه أن كل من الاحتياطيات المؤكدة والإنتاج المسوق وكذا الصادرات عبر الأنابيب للدولتين – الجزائر وليبيا – الأعضاء في منظمة "أوابك" لم تتغير تقريبًا وظلت بنفس الحصة، أي 3%، 3%، 5% بينما سجل الاستهلاك المحلي ارتفاعا بمقدار +1% وانخفاضاً طفيفا في الصادرات عبر الناقلات بمقدار -2% وهو ما يمثل انخفاضًا في صادرات الغاز الطبيعي المسال الجزائري.

الجدول (6.IV): مقارنة حصة الغاز الطبيعي لدولتين الأعضاء في "أوابك" بالعالم ما بين عامي 2013 و 2023

	الغاز الطبيعي (مليار متر مكعب)	الاحتياطيات المؤكدة	الإنتاج		الصادرات		الاستهلاك المحلي
			الإجمالي	المسوق	خطوط الأنابيب	الناقلات (المسال)	
2013	"أوابك"/باقي العالم	%3	%5	%3	%5	%5	%1
2023	"أوابك"/باقي العالم	%3	%4	%3	%5	%3	%2
△ (2023 - 2013)		0	1-	0	0	2-	1+

المصدر: حسابات الباحث استنادًا إلى بيانات منتدى الدول المصدرة للغاز، التقرير السنوي 2023 و 2024.

2.IV. تحليل التطورات في قطاع الغاز الطبيعي في الدول الأعضاء في "أوابك"

في هذه الفقرة من الفصل، نقوم بتحليل تطور التدفقات الرئيسية ومجموعات بيانات الغاز الطبيعي للسنوات الست أي من 2019 إلى 2024. لقد شهدت عمليات تبادل الطاقة بين ضفتي البحر الأبيض المتوسط، التي افتتحت منذ أكثر من أربعين عامًا، أول نقل للغاز الطبيعي بواسطة خطوط أنابيب الغاز من الجزائر وليبيا إلى أوروبا عبر البحر الأبيض المتوسط، وشهدت منذ ذلك الحين تغيرًا عميقًا في السنوات الأخيرة من خلال تزايد الطلب على مصادر بديلة، لاسيما مع الأزمة الحالية مما زاد في أهمية "الروابط الثابتة" التي يعول عليها كثيرا: خطوط أنابيب الغاز عبر البحر الأبيض المتوسط، والناقلات الغاز الطبيعي المسال، والربط الكهربائي (مشروع كابل بحري لربط شبكات الكهرباء بين الجزائر وإيطاليا).

لذا تعتبر منطقة شمال إفريقيا ذا أهمية كبرى لدول الاتحاد الأوروبي كونها منطقة وصل بين القارتين مما يتيح لدول الجنوب الأوروبي الاستفادة من هذا القرب الجغرافي وخاصة فيما يتعلق بالربط الطاقوي. إذ يمكن لمنتجي الغاز في هذه المنطقة المساعدة في سد جزء من النقص الناجم عن خفض واردات الغاز الروسي. وتعد الجزائر وليبيا بالفعل ضمن المساهمين في أسواق الطاقة الأوروبية – الغاز الطبيعي بشكل خاص – منذ عقود عديدة، وكانت الجزائر تحتل عادة احدى المراتب الأولى ضمن **"المصدرين التقليديين"** لأوروبا الى جانب كل من روسيا والنرويج.

سنقتصر في هذه الفقرة للتطرق لكل من الجزائر وليبيا باعتبارهما الدولتين الوحيدتين اللتين تصدر الغاز الطبيعي عبر الأنابيب للقارة الأوروبية.

1.2.IV. الجزائر

من حيث إنتاج الغاز الطبيعي، من المؤكد أن الجزائر هي اللاعب الرئيسي في شمال إفريقيا. في عام 2024، بلغت احتياطيات الغاز الطبيعي المؤكدة في الجزائر 4,504 مليار متر مكعب، وهو رقم ظل مستقراً منذ أعوام وغالبًا ما يتم الاستشهاد به لأرقام عامي 2023 و2024.

تُعد الجزائر ضمن الـ 10 أكبر دول المصدرة للغاز الطبيعي في العالم، وقد زاد الإنتاج المسوَّق بنسبة 3% في عام 2023، مقارنة بعام 2022. وتحتل الجزائر، حسب الإحصائيات[39] التي

نشرها الاتحاد الدولي للغاز (IGU) في أغسطس 2024، المرتبة السابعة عالميا، بينما أكبر المصدرين للغاز في العالم هم روسيا، قطر والولايات المتحدة.

كما تعد الجزائر أحد أكبر موردي الغاز الطبيعي لأوروبا عبر خطوط الأنابيب. ومنذ اندلاع الأزمة الحالية، لجأت العديد من الدول الأوروبية إلى الجزائر بهدف تأمين إمداداتها من الغاز قبل حلول فصل الشتاء. وكانت إيطاليا أول دولة تطلب زيادة إمداداتها من الغاز الجزائري. وقد وقعت إيطاليا اتفاقية في هذا الصدد مع الجزائر. كما أعربت إسبانيا أيضًا عن رغبتها في شراء المزيد من الغاز الجزائري.

أما من المنظور العربي، تعتبر الجزائر الدولة الوحيدة من بين الدول العربية المصدرة للغاز التي تجمع بين وسيلتين للنقل والتصدير: خطوط أنابيب الغاز والناقلات بالنسبة للغاز الطبيعي المسال. حيث يعد القرب الجغرافي للجزائر من أوروبا أحد المزايا التي مكنتها من تصدير حصة أكبر من حجم صادراتها من الغاز الطبيعي المتجهة إلى الأسواق الأوروبية بواسطة خطوط الأنابيب الغاز. وخلال الفترة الممتدة من 2019 إلى 2024، يمكن تلخيص تطور تدفقات الغاز الطبيعي كما يلي:

- تجاوز الإنتاج المسوق للغاز في الجزائر عتبة 100 مليار متر مكعب خلال عام 2021 مع تسجيل انخفاض عام 2020 حيث وصل الى 85 مليار متر مكعب (جائحة كورونا)، ثم ارتفع مجددا إلى مستويات 105 مليار متر مكعب في عام 2023، أي بنسبة 17.2% مقارنة بعام 2019 مع تسجيل تراجع طفيف خلال عام 2024 فوق عتبة 100 مليار متر مكعب بحيث وصل إلى 104 مليار متر مكعب.

- وسجل إجمالي صادرات الغاز الطبيعي ارتفاعًا يقدر تقريبًا بـ 10 مليار متر مكعب ما بين عام 2019 و2023 أي بنسبة 22%. أما خلال عام 2024، يلاحظ بأنه انخفض إلى 49 مليار متر مكعب. أما على مدى الفترة المشار إليها، تم تسجيل ارتفاعًا بـ 6.2 مليار متر مكعب أي بزيادة تقدر بنسبة 15%.

- فيما يخص صادرات الغاز الطبيعي، عرفت ارتفاعًا ملموسًا ابتداء من عام 2021 لتستقر بنحو 34 مليار متر مكعب في عام 2024 وهذا ما يمثل ارتفاعًا بنسبة 29% خلال الفترة المشار إليها.

• كما أن الغاز الطبيعي المسال، بلغ معدل التصدير خلال الـ 6 سنوات ما يفوق 15 مليار متر مكعب (14.8) مع تسجيل ارتفاع ملحوظ، تجاوز عتبة 17 مليار متر مكعب خلال عام 2023، لينخفض إلى 15 مليار متر مكعب خلال عام 2024. وبالتالي، فإن صادرات الغاز الطبيعي المسال، سجلت تراجعا بنسبة 9% خلال الفترة المشار إليها.

ومنه، يتأكد بأن الجزائر تعتمد في تصديرها على حصة أكبر من الغاز بواسطة خطوط الأنابيب، حيث تراوحت حصتها من 72% خلال عام 2022 الى 69% خلال عام 2024. في حين أن الغاز المسال يشكل حصة تتراوح ما بين 28% إلى 31% خلال 3 السنوات الأخيرة.

• أما إجمالي استهلاك الغاز الطبيعي في البلاد عرف ارتفاعًا من 46 مليار متر مكعب في عام 2019 إلى 53 مليار متر مكعب في عام 2023 ثم ليرتفع إلى 54 مليار متر مكعب في 2024 أي زيادة بنسبة 16%.

IV.2.2. ليبيا

تعتبر ليبيا موردًا رئيسيًا لإيطاليا – الدولة الوحيدة – في أوروبا التي تشتري الغاز الليبي الذي يربطها بواسطة خط الأنابيب "Green Stream[40]" والذي تبلغ طاقته 11 مليار متر مكعب سنويًا. لكن تراجع هذا الرقم بسبب الأحداث التي عرفتها البلاد منذ 2011. كما أن عدم قدرتها على جذب الاستثمارات والمخاوف الأمنية جعلت أداء قطاع النفط والغاز في البلاد يتراجع، إذ قدم هذا الخط حوالي 3.1 مليار متر مكعب سنويًا في عام 2021 مما يشكل 4% من إجمالي الواردات الإيطالية، وانخفضت هذه التدفقات إلى حوالي 2.5 مليار متر مكعب في عام 2022.

ويأتي الغاز غير المصاحب (Non-associated)، والذي يمثل أكثر من 90% من إنتاج ليبيا من الغاز الطبيعي على مدى العقد الماضي، من حقول بحر السلام (Bahr Essalam) البحرية شمال غرب طرابلس وحقل الوفاء (Wafa) البري في حوض غدامس الغربي الممتد على الحدود مع الجزائر. ويوجد معظم الغاز الطبيعي المصاحب لحقول النفط الخام في ليبيا في حوض سرت البري في المنطقة الشرقية. ومن الجدول أدناه، يمكن تلخيص الفترة الممتدة من 2019 إلى 2024 كما يلي:

[40] ينقل نظام GreenStream الغاز الطبيعي من المرافق الساحلية في ليبيا إلى إيطاليا، عبر خط أنابيب بحري (OPL)، مع محطة ضاغط الغاز الأولية المرتبطة (MGCS) ومحطة استقبال (SRT). نظام GreenStream هو جزء من نظام الغاز الغربي الليبي.

• عرف الإنتاج المسوق للغاز الليبي انخفاضًا ملحوظًا من 21 مليار متر مكعب عام 2020 إلى 13 مليار متر مكعب عام 2024 مع تسجيل مستوى قياسي في الإنتاج عام 2019 (≈27 مليار متر مكعب).

• فيما يخص صادرات الغاز الطبيعي، اعتمدت الصادرات الليبية على خط الأنابيب – "غرين ستريم" – وهو الخط الوحيد في ليبيا الذي يربطها بأوروبا والذي اشتغل بأقل من طاقته على مدى السنوات القليلة الماضية، بحيث أكبر كمية الصادرات كانت 7 مليار متر مكعب في عام 2019. أما باقي السنوات فقد سجلت انخفضًا من سنة لأخرى وهذا الانخفاض شكل نسبة نحو 86% خلال الفترة المشار إليها.

• أما استهلاك الغاز الطبيعي المحلي، فقد عرف ارتفاعًا تدريجيًا على مدى السنوات الست، من 8.4 مليار متر مكعب في عام 2019 إلى 12 متر مكعب في عام 2024 أي بزيادة نحو 43% خلال الفترة المشار إليها.

الجدول (7.IV): تطور تدفقات الغاز من الجزائر وليبيا خلال الفترة 2019-2024 (مليار متر مكعب)

تطور تدفقات الغاز من "الجزائر"

الجزائر								
الوحدة: مليار متر مكعب	2019	2020	2021	2022	2023	2024	التغيرات (6 سنوات) △	%	الاتجاه
الإنتاج المسوق	89.98	84.60	105.04	101.44	105.48	104.00	14.02	%16	↗
الصادرات الغاز الطبيعي	26.31	25.24	38.96	35.49	34.49	34.00	7.69	%29	↗
الصادرات الغاز الطبيعي المُسال	16.47	14.22	15.10	13.61	17.78	15.00	1.47-	%9-	↙
إجمالي الصادرات الغاز	42.78	39.46	54.97	49.14	52.27	49.00	6.22	%15	↗
الاستهلاك المحلي	46.40	45.03	49.56	51.82	52.90	54.00	7.60	%16	↗

تطور تدفقات الغاز من "ليبيا"

ليبيا								
الوحدة: مليار متر مكعب	2019	2020	2021	2022	2023	2024	التغيرات (6 سنوات) △	%	الاتجاه
الإنتاج المسوق	26.83	20.93	13.01	12.57	12.27	13.00	13.83-	%52-	↙
الصادرات الغاز الطبيعي	7.11	4.87	3.07	2.48	2.34	1.00	6.11-	%86-	↙
الصادرات الغاز الطبيعي المُسال	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
إجمالي الصادرات الغاز	7.11	4.87	3.07	2.48	2.34	1.00	6.11-	%86-	↙
الاستهلاك المحلي	8.40	7.70	9.94	10.09	9.94	12.00	3.60	%43+	↗

المصدر: حسابات الباحث استنادًا لتقارير السنوية لمنتدى الدول المصدّرة للغاز (GECF)، 2023، 2024، 2025.

3.IV. انعكاســات الأزمة على صادرات الغاز الطبيعي من دول "أوابك"

في هذه الفقرة، سنحاول الإجابة على السؤال الذي يطرح "ما مدى اعتماد الاتحاد الأوروبي على الغاز الطبيعي المستورد من الدول الأعضاء في منظمة "أوابك"؟

1.3.IV. تطور صادرات الغاز الطبيعي عبر خطوط الأنابيب من دول "أوابك"

من خلال الأشكال أدناه، نقوم بتحليل موجز لـ"تطور الواردات من الجزائر وليبيا خلال الفترة 2013-2024" ثم نقارنها بأكبر منافسي دول "أوابك" وهما النرويج وأذربيجان (بدائل خارج روسيا).

في عام 2013، كانت الجزائر وليبيا – الدولتين في "أوابك" المصدرة للغاز الطبيعي – تصدر إلى أوروبا معا ما يقارب 38 مليار م3 عبر خطوط الأنابيب حيث كانت تمثل صادرات الجزائر 85% وليبيا 15%. في حين بلغت الصادرات "خارج أوابك" الإجمالية من روسيا عبر جميع خطوط الأنابيب 196 مليار م3. أما صادرات النرويج عبر خطوط الأنابيب بلغت 103 مليار م3 أي ما يعادل 2.7 من إجمالي صادرات الجزائر وليبيا.

في عام 2023، قامت كل من الجزائر وليبيا بتصدير معًا ما يقارب 37 مليار م3 عبر خطوط الأنابيب حيث مثلت صادرات الجزائر وليبيا على التوالي 94% و6% من إجمالي الصادرات. في حين تقلصت الصادرات "خارج أوابك" الإجمالية من روسيا عبر جميع خطوط الأنابيب 91 مليار م3 فقط أي بتقليص جد معتبر يمثل 106 مليار م3. وهذا نتيجة الإجراءات التي اتخذها الاتحاد الأوروبي من خلال خطة "RePowerEU".

في عام 2024، انخفضت الصادرات مقارنةً بالعام الماضي لتستقر عند مستويات 35 مليار م3 وكانت جلها من الجزائر أي 97% (حصة ليبيا بلغت 3%).

في عام 2025، أصبحت النرويج المورد الرئيسي للغاز في الاتحاد الأوروبي، حيث استحوذت على ما يقرب من ثلث إجمالي واردات الغاز.

ومن بين الانعكاسات المترتبة على الدول العربية المصدّرة – الجزائر وليبيا (الغاز الطبيعي) يُمكن تلخيصها فيما يلي:

- **وجود فرص سانحة لتعزيز مكانتها في الأسواق الأوروبية:** في ظل انخفاض إمدادات الغاز الروسي، استطاعت الجزائر أن تُعزز، بصفتها موردًا "موثوقًا" وآمنًا"، مكانتها كركيزة أساسية للطاقة في أوروبا،

ولا سيما في جنوب القارة (إيطاليا وإسبانيا)، عبر خطي أنابيب الغاز "إنريكو ماتي" (GEM) و"ميدغاز" (MEDGAZ)، اللذين من المتوقع أن يعرفا زيادة في الإمدادات المتجهة إلى إيطاليا وإسبانيا خلال الأعوام المقبلة وأيضًا عبر أسطول الناقلات لتصدير الغاز الطبيعي المُسال، لتصبح بذلك بديلًا مستدامًا للغاز الروسي. كما أن ليبيا لديها إمكانية الرجوع الى السوق تدريجيًا في حالة رفع قدراتها التصديرية لتصل لما كانت عليه قبل أزمة عام 2011 (تستهدف ليبيا إنتاج 10 مليارات متر مكعب من الغاز سنويًا بحلول عام 2030 لتزويد أوروبا). وبفضل إمكاناتها في مجال التنقيب مع وجود شركتين "إيني" و"توتال إنرجيز"، تمثل ليبيا فرصة إضافية لتأمين إمدادات الطاقة للاتحاد الأوروبي.

- **ضرورة التنويع خارج الأسواق التقليدية:** يمكن للدول المصدرة التنويع من الناحية الاستراتيجية خارج الأسواق التقليدية لإيجاد بدائل و/أو دول جديدة من خلال جعل دول الجنوب – عبر إيطاليا خاصة – كمركز عبور للغاز نحو دول أوروبية أخرى ضمن شبكة الربط الأوروبي.

- **"استبدال تبعية بأخرى" في مجال الغاز:** في محاولتها للتخلص من الاعتماد على الغاز الروسي، ضاعفت الدول الأوروبية وارداتها من الغاز الطبيعي المسال الأميركي أربع مرات، منذ عام 2021، وهذا ما يثير قلق بروكسل. وبالتخلي عن الغاز الروسي، أعاد الاتحاد الأوروبي رسم خريطة إمداداته الطاقية بشكل جذري. لكن وراء هذا النجاح السياسي، يظهر خطر استراتيجي جديد: **"استبدال تبعية بأخرى"** أي الاعتماد المتزايد على الغاز الطبيعي المسال الأمريكي، الذي يتسم بارتفاع تكلفته وارتباطه بعقود، وقد يتعارض مع الأهداف المناخية الأوروبية. لذا، ينبغي على الاتحاد الأوروبي إعادة النظر في خططه للتخلص التدريجي من واردات الغاز الروسي اعتباراً من بداية العام المقبل. ولأنه من غير الواضح كيف يمكن للاتحاد الأوروبي تعويض النقص في إمدادات الغاز الطبيعي المسال الروسية، نحو 20 مليار متر مكعب، لا سيما في ظل الصراع مع إيران وتعطيل شحنات الغاز الطبيعي المسال بعد إغلاق "مضيق هرمز"، الممر الذي ينقل عادةً نحو خُمس إمدادات الغاز الطبيعي المسال العالمية أمام معظم السفن.

- **مواجهة المنافسة الشرسة مع الولايات المتحدة:** تظل الولايات المتحدة منافس مباشر ومهيمن في سوق الغاز الطبيعي المسال الأوروبي لتعويض الإمدادات من روسيا. كانت الولايات المتحدة أكبر مورد للغاز الطبيعي المسال إلى الاتحاد الأوروبي، حيث استحوذت على 58% من إجمالي واردات الغاز الطبيعي المسال. وقد تضاعفت الواردات من الولايات المتحدة ثلاث مرات بين عامي 2021 و2025.

2.3.IV. تطور المنافسة من خارج دول "أوابك"

منذ بدأ الأزمة عام 2022، شهد سوق الغاز الأوروبي – عبر خطوط الأنابيب – تحولًا سريعًا من سوق تهيمن عليه إمدادات الغاز الروسية عبر الأنابيب إلى نظام متنوع للغاية. ويتميز السوق حاليًا بمنافسة قوية بين موردي الغاز البديلين لروسيا عبر الأنابيب، ومصدري الغاز الطبيعي المسال العالميين، حيث المنافسين الرئيسيين هم الموردين التقليديين لأوروبا – النرويج والجزائر والمملكة المتحدة – والمنافسين الجدد المصدرين للغاز الطبيعي المسال – الولايات المتحدة بشكل خاص – ضمن أهم المنافسين الرئيسيين في سوق الغاز الأوروبي.

1.2.3.IV. المنافسة من النرويج

تعد النرويج المورد الأول لمعظم الغاز المورد إلى الاتحاد الأوروبي (33% في عام 2024) اذ تعرف شبكة خطوط أنابيب الغاز النرويجية بأنها الأكثر اتساعًا في العالم حيث يبلغ طولها الإجمالي نحو8627 كيلومترًا، يديرها المشغّل لنظام غاسكو، وتبلغ طاقتها الاستيعابية حوالي 120 مليار متر مكعب قياسي من الغاز الجاف سنويًا. وللتذكير، بالإضافة إلى الغاز الطبيعي عبر خطوط الأنابيب، يتم شحن الغاز الطبيعي المسال الروسي والنرويجي ليصل لمختلف محطات إعادة التغويز التي تم توسيع بنيتها التحتية بشكل كبير منذ الأزمة في أوكرانيا (ارتفعت قدرة استيراد الغاز الطبيعي المسال الأوروبية بنسبة 31% منذ بداية عام 2022) من أجل الابتعاد عن الغاز الروسي. ويصل الغاز الطبيعي المسال النرويجي من حقل Snøhvit قبالة هاميرفست (Hammerfest) على متن ناقلات الغاز الطبيعي المسال. ويمثل الغاز الطبيعي المُسال حوالي 5% من صادرات الغاز النرويجي.

في عام 2022، ارتفعت صادرات النرويج من الغاز عبر خطوط الأنابيب النرويجية بنسبة 3.3% وهي نسبة أقل بقليل من أعلى مستوياتها على الإطلاق، على الرغم من إرسال كميات قياسية إلى ألمانيا، حيث كثفت الدولة الاسكندنافية من عمليات التسليم لتحل محل الإمدادات الروسية، حسبما قالت شركة غاسكو (Gassco) المشغلة لنظام خطوط الأنابيب.

ومع استمرار الأزمة الروسية-الأوكرانية، ارتفعت صادرات الغاز من النرويج بحيث شهد عام 2024 رقمًا قياسيًا في تصدير الغاز النرويجي عبر نظام النقل من الجرف القاري النرويجي (NCS)[41]

[41] أي Norwegian continental shelf (NCS)

إلى أوروبا. ويمثل هذا الحجم مصدرًا هامًا للطاقة لأوروبا، إذ يمثل 30% من وارداتها من الغاز الطبيعي وحوالي 9% من إجمالي استهلاكها للطاقة.

بالفعل، تم نقل ما مجموعه 117.6 مليار متر مكعب من الغاز من الجرف القاري النرويجي إلى أوروبا، أي ما يعادل 1295 تيراواط/ساعة من الطاقة. وتعزز هذه الأرقام مكانة النرويج كمورد رئيسي للطاقة في السوق الأوروبية.

وعلى الرغم من الثقة الموضوعة في النرويج، فإن الاتحاد الأوروبي يعمل على وضع إطار عمل يمنع استمرار الاعتماد على الوقود الأحفوري وهذا بموجب "حزمة الغاز والهيدروجين" للاتحاد الأوروبي، بحيث سيتم حظر عقود الغاز لما بعد عام 2049. وفي هذا الصدد، ستلعب النرويج دورًا رئيسيًا في المستقبل كمورد للهيدروجين منخفض الكربون — لا سيما الهيدروجين الأزرق مع احتجاز ثاني أكسيد الكربون — الذي يمكن نقله عبر أنابيب غاز معدلة أو عن طريق السفن في صورة سائلة، على سبيل المثال باستخدام الأمونيا". ومن المنظور الجيوسياسي، تشترك النرويج والاتحاد الأوروبي في رؤية جيوسياسية متشابهة للغاية ويحافظان على وتيرة متناسقة نسبيًا في السياسة المناخية. ويبدو أن الأكثر عقلانية هو الاستمرار في التعاون من منطلق البراغماتية؛ بحيث سيظل الغاز النرويجي ضروريًا على المدى المتوسط وينبغي أن يكون آخر مصدر يتم استبداله ببدائل خالية من الكربون.

IV.2.2.3. المنافسة من أذربيجان

يرى العديد من المختصين في سوق الطاقة بأن الأزمة الروسية-الأوكرانية والتي نشبت في فبراير 2022 أتاحت الفرصة لأذربيجان باللعب أدوار جديدة في المشهد الجيوسياسي الجديد للطاقة. وبينما كان الاتحاد الأوروبي يسعى جاهدًا لتأمين إمدادات الغاز خارج روسيا، سارعت أذربيجان إلى التدخل في سوق الغاز للظفر بحصص سوقية لها واضعةً بذلك نفسها كمورد بديل للغاز.

كما ازدادت أهمية أذربيجان كشريكٍ للطاقة للاتحاد الأوروبي بفضل ممر الغاز الجنوبي (SGC)، وهو خط أنابيب يربط موارد الطاقة من بحر قزوين ودول الشرق الأوسط.

في عام 2022، وقّع الاتحاد الأوروبي وأذربيجان على مذكرة تفاهم (MoU) بشأن الشراكة الاستراتيجية في مجال الطاقة. وتعهدت – حينها – أذربيجان بمضاعفة قدرات ممر الغاز الجنوبي (Southern Gas Corridor) لتزويد الاتحاد الأوروبي بما لا يقل عن 20 مليار متر مكعب سنويًا بحلول عام 2027، وهو المحور الرئيسي لمذكرة التفاهم. وتشير مذكرة التفاهم أيضًا إلى دعم عضوية البلاد في

برنامج الغاز العالمي وإنشاء برامج لجمع الغاز الطبيعي الذي كان من الممكن أن يتم تنفيسه أو حرقه أو إطلاقه في الغلاف الجوي، في إشارة ضمنية إلى مخطط "أنت تجمع ونحن نشتري"[42].

وفي عام 2025، أنتجت أذربيجان 51.5 مليار متر مكعب من الغاز الطبيعي، بزيادة قدرها 1.2 مليار متر مكعب، أو 2.4%، مقارنةً بعام 2024. ومع رفع الإنتاج، فإن ترتيبات التصدير الجديدة ترفع عدد الدول التي تزودها أذربيجان بالغاز إلى 16 دولة منها 10 أعضاء في الاتحاد الأوروبي.

وفي يناير 2026، بدأت أذربيجان رسميًا في توريد الغاز الطبيعي إلى ألمانيا والنمسا، مما عزز دورها كمورد رئيسي لأوروبا وتنويع مصادر الطاقة في القارة، لا سيما لتقليل الاعتماد على الغاز الروسي.

وبذلك، تتضح المنافسة بين **أذربيجان** ودول الأعضاء في "أوابك" – الجزائر وليبيا – من خلال رفع صادرات الغاز **الأذربيجاني** الذي ظهر في السوق كمنافس جديد وبقواعد **"اللعبة الجديدة"** والتي تعتبر دخيلة على "النظام" الذي اتبعته وسارت عليه الشركات الرائدة في صناعة الغاز الطبيعي لعقود طويلة من الزمن. ومن ضمن العوامل التي غيرت قواعد **"اللعبة الجديدة"** نذكر باختصار:

- تسعى أذربيجان لتطوير حقول الغاز كخيارات واقعية لمصادر إمدادات بديلة لأوروبا عن روسيا في ظل الآفاق المستقبلية لصادرات الغاز الطبيعي المسال وخاصةً من الولايات المتحدة،
- يُمثل تشغيل ممر الغاز الجنوبي (SGC) أول محاولة للاتحاد الأوروبي من أجل تنويع إمدادات الغاز عبر خطوط الأنابيب ومساراته "خارج روسيا" التي تبحث عن مصادر إمدادات إضافية،
- سمحت الأزمة الروسية-الأوكرانية، إلى جانب أزمة الطاقة الحادة في أوروبا، بهذه التوجهات.

ويبدو أن دور "باكو" كمورد للطاقة يجعلها ذات أهمية استراتيجية لبروكسل لا سيما مع زيادات في واردات الاتحاد الأوروبي من الغاز الأذربيجاني. ومن المتوقع أن تصل الكميات المُسلمة إلى 20 مليار متر مكعب سنوياً بحلول عام 2027، على الرغم من أن التساؤلات لا تزال قائمة حول قدرة "باكو" على تحقيق هذا الهدف. وقد تزامنت شراكة الطاقة المتنامية مع زيادة الاستثمار الأجنبي المباشر من دول الاتحاد الأوروبي إلى أذربيجان.

وتبقى أذربيجان – الدولة الوحيدة في جنوب القوقاز – التي تمتلك موارد الطاقة وتصدرها إلى دول أخرى في المنطقة. وبفضل استراتيجية التوسع ورفع القدرات الإنتاجية، تقوم بالفعل حاليًا بتصدير الغاز

[42] مبادرة المفوضية الأوروبية "أنت تجمع، ونحن نشتري".

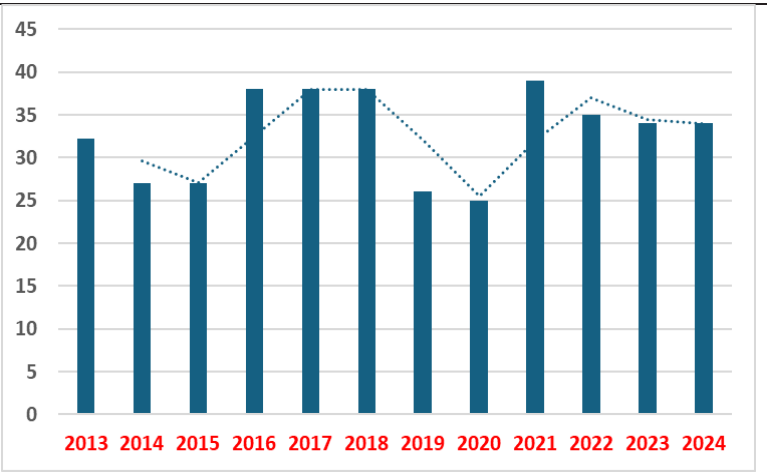
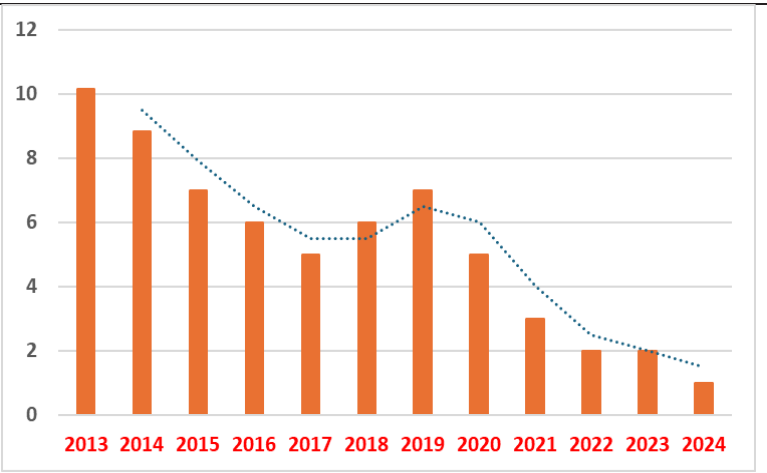
الطبيعي إلى 16 دولة، منها 10 أعضاء في الاتحاد الأوروبي. كما تحتفظ أذربيجان بعلاقات جيدة مع العديد من الدول الأوروبية، مما يتيح لها تعزيز أمنها في مجال الطاقة. وترى بأن الخروج من الغاز الروسي فرصة لتسويق مواردها في سوق متميزة (market premium). على الرغم من أنها تبيع غازها إلى دول أخرى خارج أوروبا إلا أن السوق الأوروبية تظل الأكثر جاذبية من حيث الأسعار (طالع الشكل أدناه الذي يُظهر تطور الواردات من أكبر منافسي دول "أوابك" وهما النرويج وأذربيجان (بدائل خارج روسيا) خلال الفترة 2013-2024.

ومع ذلك، يبقى السؤال الذي لا يزال مطروحًا هو: **ما إذا كانت أذربيجان ستتمكن من تحقيق هدفها المعلن المتمثل في توريد 20 مليار متر مكعب من الغاز إلى الاتحاد الأوروبي في المستقبل القريب، أي عام 2027؟**

وبعد أزيد من 4 سنوات من أزمة الطاقة والبحث عن مصادر بديلة للغاز الطبيعي لتعويض انخفضت الإمدادات القادمة من روسيا، يلاحظُ بأن الغاز الذي يتدفق إلى الكتلة الأوروبية عبر خطوط الأنابيب آخذ في الانخفاض، ومن المتوقع أن يزداد اللجوء إلى الغاز الطبيعي المُسال. هذا ما يثير المزيد من التساؤلات حول التزامات الاتحاد الأوروبي بمسائل البيئة وحرصه على تحقيق الأهداف المسطرة ضمن الخطط والاستراتيجيات المختلفة، وكثيرًا ما صار يطرح السؤال التالي: **هل خرجت أوروبا أخيرًا من هذه المعضلة**[43]**؟ وهل يمكن لأوروبا الاستغناء تمامًا عن الغاز الروسي؟**

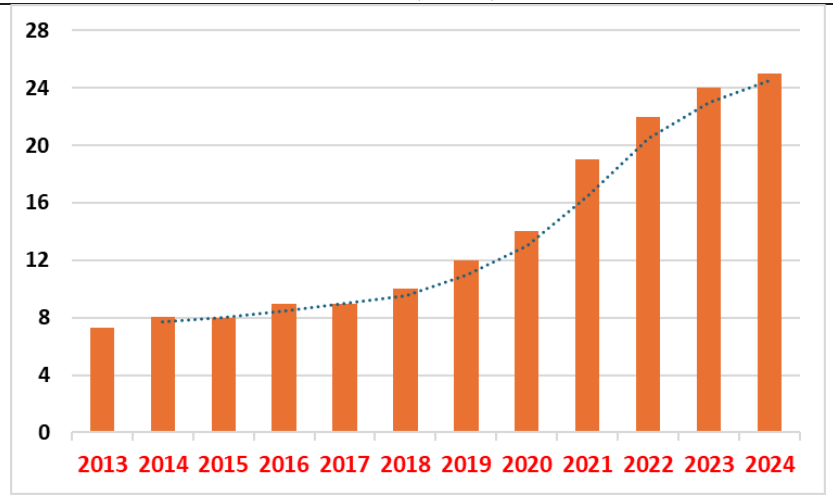
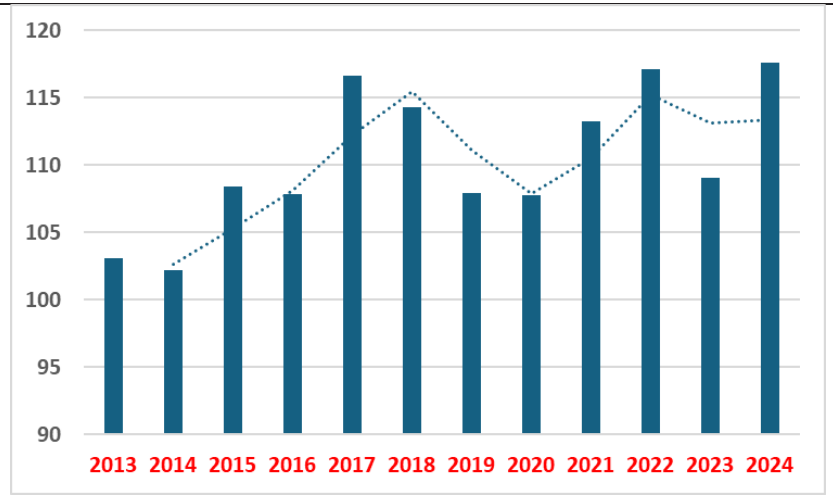
[43] طالع الفقرة 8 فيما يخص بمعضلة الغاز الأوروبية.

الشكل (1.IV): تطور الواردات من الجزائر وليبيا خلال الفترة 2013-2024 (مليار متر مكعب)

أحجام الواردات من الدول الأعضاء "الجزائر"		• خلال الفترة الممتدة من 2013 إلى 2023، تم تسجيل زيادة بنسبة 7% في الصادرات عن مستويات 2013 لتبلغ 34.5 مليار م3 وتم إرسال معظم الصادرات عبر خطوط أنابيب الغاز إلى أوروبا باعتبارها "السوق الطبيعية" بالنسبة للجزائر، للقرب الجغرافي. • خلال نفس الفترة، يلاحظ بأن الصادرات عبر خطوط الأنابيب بلغت 68% في عام 2013 مقابل انخفاض طفيف في عام 2023 حيث وصلت 66% وهذا ما يفسر بزيادة كميات من صادرات الغاز الطبيعي المسال الذي اعتمدت عليه أوروبا كخيار للخروج من الغاز الروسي. • في السنوات الأخيرة من 2021 إلى 2023 – تجاوزت صادرات أنابيب الغاز عتبة 35 مليار م3، بحيث وصلت الى تقريبا 39 مليار م3 في عام 2021 (قبل الأزمة).
أحجام الواردات من الدول الأعضاء "ليبيا"		• خلال الفترة الممتدة من 2013 إلى 2023، عرفت ليبيا انخفاضا حادا في صادراتها من الغاز الطبيعي، بحيث سجلت انخفاضا تقريبا 60% مقارنة بعام 2013. • بينما خلال الخمس السنوات الأخيرة من عام 2019 إلى 2023، كان هذا الانخفاض يمثل 67%. • خلال الفترة الممتدة من 2013 إلى 2023، كان عام 2019 هو أحسن عام بحيث تم تسجيل مستوى قياسي في الصادرات التي بلغت 7.11 مليار متر مكعب (لاحظ الشكل). • خلال السنوات الأخيرة، ظل خط أنابيب "جرين ستريم" الذي ينقل صادرات الغاز الطبيعي من ليبيا إلى إيطاليا يعمل بنسبة 25% فقط من قدرته. تسعى ليبيا الى معرفة كيفية ملء هذا الخط بالغاز إلى مكان عليه سابقا، لا سيما مع زيادة الحاجة الى أوروبا لمزيد من الغاز، في الوقت الراهن، من خلال زيادة الإنتاج وبالتالي الصادرات إليه؛ لذا تُركز استراتيجيتها بشكل كبير على زيادة إنتاج الغاز. • تخطط ليبيا لرفع إنتاجها من الغاز إلى 4 مليارات قدم مكعب يوميًا في السنوات الثلاث إلى الخمس المقبلة، من المستويات الحالية البالغة 2.5 مليار قدم مكعب يوميًا، حيث تركز على توسيع مواردها من الغاز الطبيعي، وفقًا لوزير النفط والغاز الليبي.

المصدر: حسابات الباحث استنادا لتقارير السنوية لمنتدى الدول المصدّرة للغاز (GECF)، 2023، 2024، 2025.

الشكل (2.IV): تطور الواردات من أذربيجان والنرويج خلال الفترة 2013-2024 (مليار متر مكعب)

أحجام الواردات من الدول المنافسة "أذربيجان"		• تُعد أذربيجان ثاني أكبر مورد للغاز لإيطاليا بعد الجزائر، حيث تمثل حوالي 16% من إجمالي واردات إيطاليا من الغاز. وتمر الرغبة في توسيع التعاون في مجال الطاقة بين البلدين من خلال نية مضاعفة خط أنابيب الغاز العابر للبحر الأدرياتيكي (TAP) من 10 إلى 20 مليار متر مكعب سنويًا. • خلال عام 2018، بلغت الصادرات نحو 10 مليار متر مكعب وفي العام الموالي تخطت هذه العتبة لتصل الى 12 مليار متر مكعب، واتخذتها منحى متزايد، لا سيما منذ بداة الأزمة الروسية-الأوكرانية. • في 2024، سجلت الصادرات الإجمالية من الغاز الطبيعي رقمًا قياسيًا بلغ 25 مليار متر مكعب وهذا يمثل زيادة مقارنة بالعام 2023 (24 مليار متر مكعب). يُنقل نصفها إلى الدول الأوروبية، بحيث صدرت أذربيجان نحو 12.9 مليار متر مكعب من الغاز إلى أوروبا في عام 2024. • وتعتمد ثماني دول أعضاء في الاتحاد الأوروبي اليوم على شراء الغاز الأذربيجاني لضمان أمنها الطاقي.
أحجام الواردات من الدول الأعضاء "النرويج"		• تُعد شبكة خطوط أنابيب الغاز هذه هي الأكبر في العالم وتجعل النرويج واحدة من أكبر الدول المصدرة للغاز. • خلال الفترة الممتدة من 2013 إلى 2023، عرفت الصادرات عبر خطوط أنابيب الغاز إلى أوروبا تذبذبا بحيث سجلت تغييرات من عام لأخر ووصل معدل الصادرات 110 مليار م3 بعدما سجلت رقمًا قياسيًا بلغ نحو 117 مليار متر مكعب خلال عام 2017. • في عام 2021، قبل الأزمة، صدرت النرويج كمية كبيرة من الغاز الطبيعي عبر الأنابيب، بلغ إجمالي الصادرات نحو 113 مليار متر مكعب، أو ما يوفر ما يقرب من ربع الطلب على الغاز في الاتحاد الأوروبي والمملكة المتحدة. • في عام 2024، بعد الأزمة، سجلت النرويج رقمًا قياسيًا جديدًا في صادرات أنابيب الغاز الطبيعي بحيث تم نقل ما مجموعه 117.6 مليار متر مكعب من الغاز الطبيعي إلى أوروبا. ومن المتوقع أن تظل الكميات قريبة من هذا المستوى في السنوات القادمة.

المصدر: حسابات الباحث استنادا لتقارير السنوية لمنتدى الدول المصدّرة للغاز (GECF)، 2023، 2024، 2025.

4.IV. انعكاسـات الأزمة على صادرات الغاز الطبيعي المُسال[44]

يُواجه الاتحاد الأوروبي ضغوطات متناقضة ومتضاربة في ظل الخيارات الاستراتيجية في التوجه نحو الغاز الطبيعي المُسال. بالفعل، إن اعتماده على الطبيعي المُسال يعرض دوله لمنافسة عالمية شرسة. بابتعادها عن خطوط أنابيب الغاز الروسية، اتجهت الكتلة الأوروبية بشكل مكثف نحو أكبر مصدري: الولايات المتحدة وقطر. وهي الآن تجد نفسها في منافسة مباشرة مع دول آسيا، التي يشهد طلبها نموًا، من أجل تأمين كميات من الغاز في سوق عالمي جدٌ متقلب. لكن هل هذه استراتيجية منطقية حقاً؟

الإطار (5): واردات الغاز الطبيعي المسال الأوروبية

دخل سوق الغاز المسال **"مرحلة من التوسع الهيكلي"**، مدفوعًا بقدرات تسييل جديدة في الولايات المتحدة وقطر وكندا، في ظل توترات جيوسياسية مستمرة وتجزئة متزايدة في قطاع الطاقة.

في أوروبا، تسببت الأزمة الروسية-الأوكرانية في تعويض الفقدان المفاجئ للغاز الروسي المنقول عبر الأنابيب بالغاز الطبيعي المسال. ومنذ عام 2022، أصبحت أوروبا تعتمد هيكليًا على الغاز الطبيعي المسال. أما في عام 2025، ارتفعت واردات أوروبا بنحو 29% مما عزز اعتمادها الهيكلي على الغاز الطبيعي المسال، لا سيما من الولايات المتحدة، في حين انخفض الطلب الآسيوي بنحو 4%، مما يعكس استمرار الحساسية تجاه إشارات الأسعار والإنتاج المحلي وبدائل خطوط الأنابيب. وبالتالي، فإن الطلب على الغاز الطبيعي المسال يتشكل بشكل متزايد ليس فقط بالضرورة، بل بالقدرة التنافسية أيضًا.

على نطاق أوسع، تعكس العلاقة المتطورة عبر الأطلسي تحولاً نحو إطار عمل أكثر تركيزًا على المعاملات في قطاع الطاقة، حيث تؤثر الصفقات السياسية، بما في ذلك التزام الطاقة البالغ 750 مليار دولار الذي تم الاتفاق عليه بين الرئيس ترامب والمفوضية الأوروبية، في يوليو 2025، بشكل مباشر على ديناميكيات سوق الغاز الطبيعي المسال. ومن بين النقاط الأساسية المسجلة في سوق الغاز الطبيعي المسال في عام 2025، نسجل ما يلي:

- ارتفعت واردات أوروبا من الغاز الطبيعي المسال بنسبة 29% لتصل إلى 126.3 مليون طن، مدفوعةً بانتهاء عبور الغاز الروسي عبر أوكرانيا، وبذلك أصبحت المحرك الرئيسي لنمو التجارة العالمية، في حين، ظلت آسيا أكبر منطقة مستوردة بواقع 271 مليون طن، لكن انخفضت حصتها بنسبة 4%.
- انخفاض مستويات التخزين في أوروبا مع بداية عام 2025، وزيادة استهلاك قطاع الطاقة من الغاز بنسبة 12%.
- استحوذت الولايات المتحدة على 58% من إمدادات الغاز الطبيعي المسال الأوروبية، حيث ارتفعت الكميات بنحو 29 مليون طن، متجاوزةً إجمالي الزيادة في الواردات الأوروبية.
- تراجعت صادرات الغاز الطبيعي المسال الروسية بمقدار 2.5 مليون طن، حيث أثرت العقوبات والقيود اللوجستية وحظر الاتحاد الأوروبي على إعادة الشحن سلبًا على الإنتاج، في ظل تدهور حاد في مشاريع منطقة بحر البلطيق.
- انخفض متوسط مستويات امتلاء مخازن الاتحاد الأوروبي إلى 35% في نهاية فصل الشتاء 2024-2025، وهو ما يقل بكثير عن نسبة 60% المسجلة في نهاية فصل الشتاء السابق، مما أدى إلى تزايد الطلب على إعادة التزويد طوال موسم التزويد.

المصدر: الباحث.

تُعدّ استراتيجية الاتحاد الأوروبي بشأن التوجه نحو الغاز الطبيعي المُسال **نجاحًا تكتيكيًا** على المدى القصير ترتكزُ على الخروج من الاعتماد على الغاز الروسي عبر الأنابيب، في أسرع وقت ممكن، إلا أنها

[44] سيكون الغاز الطبيعي المُسال في أوروبا موضوع دراسة خاصة تبحث في تأثيره واستهلاكه والبنية التحتية اللازمة. وستركز على مسألة الطاقة المضافة من محطات الاستقبال، والاستثمارات الأوروبية بكثافة في البنية التحتية للغاز الطبيعي المسال – العديد من المحطات العاملة أو قيد الإنشاء أو قيد التخطيط – في معظم أنحاء القارة. كما ستلقي الضوء على تطور الإمدادات والبصمة الكربونية للغاز الطبيعي المُسال مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى. وفي الوقت نفسه، ستحلل الإستراتيجيات الأوروبية طويلة المدى، لا سيما تداعيات الاعتماد على الإمدادات الأمريكية.

تبقى قابلة للنقد من الناحيتين الاقتصادية والبيئية كونها أدت إلى ظهور تبعية جديدة وقوية من الغاز الطبيعي المُسال القادم من الولايات المتحدة.

IV.4.1. المنافسة من الولايات المتحدة

في ظرف وجيز، أصبحت **الولايات المتحدة** احدى المصدرين الرئيسيين للغاز الطبيعي حيث تضاعفت مبيعاتها إلى أوروبا **ثلاث مرات** في عام واحد فقط[45]. وتكمن ميزتهم التنافسية في سعر الغاز أقل 4 مرات مما هو عليه في أوروبا[46]، وذلك بفضل انخفاض تكاليف إنتاج الغاز الصخري المحلي. وارتفع هذا الفرق في الأسعار إلى نسبة 6، مما جعل الصادرات إلى أوروبا مربحة للغاية على الرغم من تكاليف التسييل والنقل. في الأعوام 2023 و2024، برزت الولايات المتحدة باعتبارها المصدر الرئيسي إلى الاتحاد الأوروبي للغاز الطبيعي المُسال. وقد عزّزت الولايات المتحدة مكانتها باعتبارها المورد الرئيسي للغاز الطبيعي المسال لأوروبا. حيث ارتفعت الواردات الأوروبية من الغاز الطبيعي المسال الأمريكي بنسبة 58% في عام 2025، بدلًا من 46% خلال عام 2024، لتصل إلى أعلى مستوى قياسي.

وقد استوردت خمسة عشر دولة أوروبية الغاز الطبيعي المُسال الأمريكي في عام 2025 حيث كانت فرنسا، هولندا، إسبانيا، المملكة المتحدة، بلجيكا وألمانيا أكبر المستوردين الأوروبيين للغاز الأمريكي. لذا، يتضح بأن الولايات المتحدة هي أحد **أكبر المستفيدين** رئيسيين من أزمة الغاز في القارة الأوروبية.

IV.4.2. المنافسة من قطر

تُعتبر قطر المورد الرائد للغاز المُسال في الشرق الأوسط وثالث أكبر مصدر في العالم. ولطالما شكّل السوق الآسيوي المنفذ الرئيسي للغاز الطبيعي المُسال القطري، حيث يستوعب أكثر من 80% من صادرات قطر. وتُعدّ دول عملاقة مثل الصين والهند وتايوان وكوريا الجنوبية – أكبر 4 مستوردين – حيث استحوذوا على 25% و14% و10% و9% من صادرات الغاز المُسال القطري على التوالي خلال عام 2025. وبالتالي، تبقى هذه الدول ركائز أساسية لهذه العلاقة التجارية والطاقية.

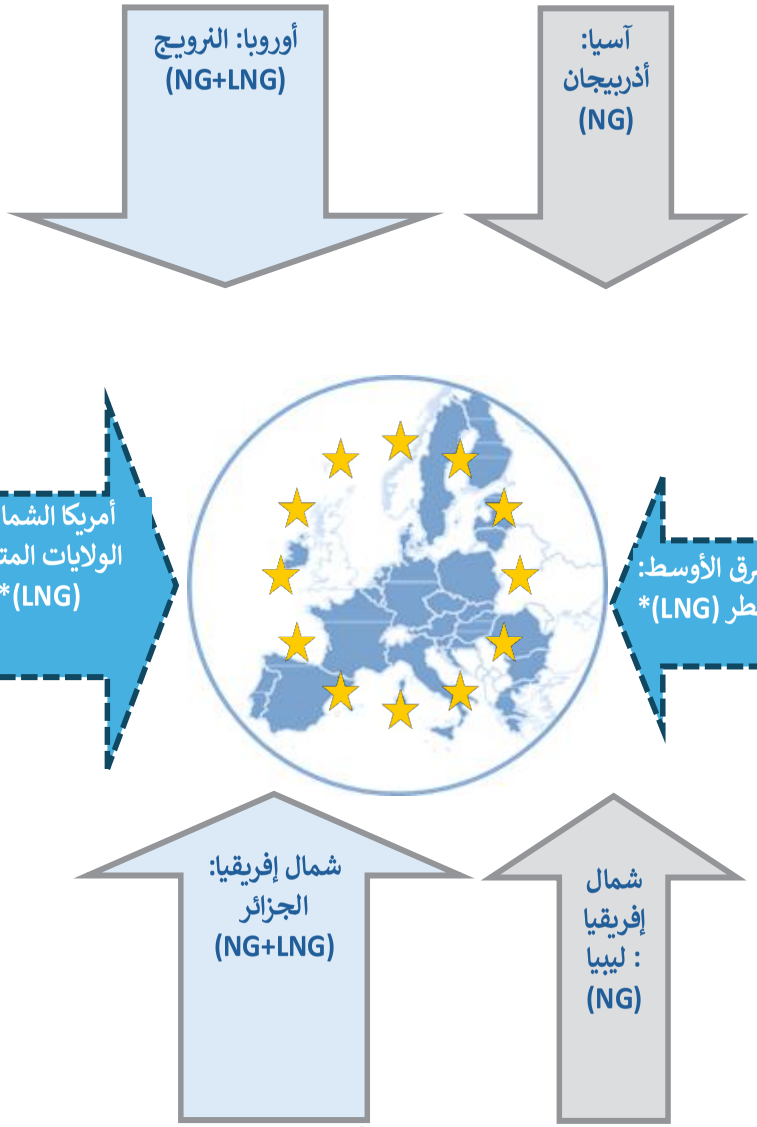
ورغم أن السوق الأوروبية سعت إلى جذب قطر لتنويع مصادر الطاقة لديها، فإن آسيا تظل القلب التاريخي للإمارة والمحرك الرئيسي لصادرات الغاز.

[45] طالع Palti-Guzman et al. (2023)

[46] أظهر استطلاع أجراه **الاتحاد الدولي للغاز** (IGU) أن متوسط أسعار الجملة للغاز الطبيعي في أوروبا بلغ 12.24 دولارًا أمريكيًا العام الماضي، و9.03 دولارًا أمريكيًا في منطقة آسيا والمحيط الهادئ، و8.54 دولارًا أمريكيًا في آسيا. وبلغ متوسطها حوالي 3.00 دولارات أمريكية في أمريكا الشمالية. كما أوضح أن استطلاعه شمل ردودًا من مشاركين يمثلون نسبة 93% من إجمالي استهلاك الغاز الطبيعي العالمي.

الشكل (3.IV): تمثيل لأهم مصدري الغاز الطبيعي عبر خطوط الأنابيب للسوق الأوروبية (خارج روسيا)

*أصبحت أوروبا تعتمد بشكل متزايد على واردات الغاز الطبيعي المُسال (LNG) خاصة الأمريكي (58%) عام 2025. وبما أن الغاز المُسال كان موضوع دراسة سابقة فإننا لن نتطرق إليه بالتفصيل.



أذربيجان (NG)

- بدأ تشغيل خط أنابيب عبر البحر الأدرياتيكي (TAP) تجاريًا في نوفمبر 2020، وهو المكون الأخير من ممر الغاز الجنوبي المصمم لنقل الغاز الأذربيجاني من بحر قزوين إلى أوروبا.
- يمتد خط أنابيب الغاز بطول 878 كم عبر اليونان وألبانيا والبحر الأدرياتيكي وإيطاليا.
- يأتي ارتفاع الإنتاج في الوقت الذي تواصل فيه الدول الأوروبية سعيها للحد من اعتمادها على الغاز الروسي.

قطر (LNG)*

- ساهمت قطر بنجاح في تنويع مصادر توريد الغاز الطبيعي المسال لأوروبا التي لا تزال زبونًا للغاز المسال القطري ولاسيما إيطاليا.
- من خلال مشاريع توسيع حقل الشمال (NFE/NFS/NFW)، تهدف قطر إلى زيادة إنتاجها من الغاز المسال بنسبة 85% بحلول عام 2030، مما يعزز دورها كمورد طويل الأمد لأوروبا.

ليبيا (NG)

- تصدر ليبيا لأوروبا بواسطة خط مباشر الى إيطاليا (خط أنابيب - GreenStream) يبلغ طوله 516 كم الذي يربط مليتة (ليبيا) إلى جيلا في صقلية (إيطاليا).
- إيطاليا هي المستخدم الوحيد للغاز الليبي في الاتحاد الأوروبي.

النرويج (NG+LNG)

- تنقل النرويج الغاز إلى الاتحاد الأوروبي والمملكة المتحدة عبر شبكة أنابيب يبلغ طولها أكثر من 8627 كم وتتكون من 22 خط أنابيب فردياً تديرها شركة "غاسكو".
- ضمن العديد من الخطوط، يعتبر نوربايب بطول 443 كم (إلى إمدن (Emden) بألمانيا) هو أقرب مسافة.
- أما خط أنابيب "الانغليد" بطول 1,166 كم (إلى إيسينغتون في المملكة المتحدة) هو المسار الأطول.

الولايات المتحدة* (LNG)

- يلعب الغاز الطبيعي المُسال الأمريكي دورًا متزايدًا في مزيج الطاقة في أوروبا.
- مع وصول الإدارة الأمريكية الجديدة، تريد الولايات المتحدة من الاتحاد الأوروبي (EU) شراء المزيد من الغاز المسال الأمريكي ولكن "بثمن" [اتفاق أغسطس 2025، بين الطرفين لشراء ما قيمته 750 مليار دولار من الطاقة].

الجزائر (NG+LNG)

- حاليًا، تزود الجزائر أوروبا بالغاز الطبيعي بواسطة خطي أنابيب رئيسيين للغاز الطبيعي: خط الأنابيب عبر البحر الأبيض المتوسط "إنريكو ماتي" (GEM) إلى إيطاليا وخط أنابيب (MEDGAZ) إلى إسبانيا.
- خط نحو إيطاليا "إنريكو ماتي" (GEM) بطول 2475 كم
- خط نحو إسبانيا "ميدغاز" (MEDGAZ) بطول 210 كم.

3.4.IV. المنافسة بين الولايات المتحدة والنرويج

كانت روسيا تعد أحد المنتجين (والمصدرين) الرئيسيين للغاز الطبيعي لأوروبا. ومع ذلك، ومع الأحداث التي شهدتها أوكرانيا، كان لا بد من إيجاد دول أخرى لاستيراد الغاز من الدول بدلًا من الاعتماد بشكل مباشر على روسيا. ففي عام 2024، كان أكبر الشركاء لواردات الاتحاد الأوروبي من الغاز الطبيعي المسال هم الولايات المتحدة التي وفّرت ما يقرب من نصف واردات الغاز المسال (45.3%)، متقدمةً على روسيا (17.5%) والجزائر (10.7%). وجاء الجزء الأكبر من الغاز الطبيعي في حالته الغازية من النرويج (45.6%)، تلتها الجزائر بنسبة 19.3%، متقدمةً على روسيا بنسبة 16.6%.

في حين أن الولايات المتحدة هيمنت على واردات الغاز الطبيعي المسال الأوروبية منذ بدء الأزمة الروسية-الأوكرانية، استطاعت النرويج أن تهيمن على واردات الغاز الطبيعي عبر خطوط الأنابيب.

في 20 يناير 2025، مع عودة **"إدارة ترامب II"**، التي اتخذت من عقيدة "الهيمنة على الطاقة" (Dominance Energy) شعارًا لها، أصدرت أوامر باستئناف إجراءات تصاريح التصدير لمشاريع الغاز الطبيعي المسال الجديدة. وكانت هذه فرصة تاريخية، من خلال الحرص على تقديم بديل موثوق به خلافًا للغاز الروسي الذي كان يتدفق لأوروبا.

5.IV. القدرة التنافسية بين دول مصدرة للغاز الطبيعي "أوابك" ودول "خارج-أوابك"

أحدثت الأزمة الروسية-الأوكرانية تغييرات "هيكلية" في سوق الغاز الأوروبي، لاسيما في القرارات المتخذة من دول الاتحاد لمواجهة توقف الإمدادات الروسية، من خلال الخطوات المسطرة في خطة "REPowerEU" للبحث بسرعة على مصادر/طرق إمدادات أخرى للغاز "خارج روسيا" الشريك التقليدي السابق للكتلة الأوروبية.

كما ستزيد حاجة أوروبا المُتنامية للغاز الطبيعي المُسال من حدة المنافسة مع آسيا خلال السنوات المقبلة وقد تهيمن على تجارة الغاز المُسال على المدى الطويل وسيجبر الطلب الأوروبي على الغاز المُسال العديد من الدول على تقليل وارداتها. وفي ظل هذه المنافسة، تزخر دول "أوابك" المصدرة للغاز المُسال بميزاتها التنافسية لا سيما بفضل القرب الجغرافي من الأسواق الأوروبية مقارنةً بمنافسيها النرويج وأذربيجان (الجدول أدناه).

الجدول (8.IV): القرب من الأسواق الأوروبية والميزة التنافسية لدول "أوابك" وخارجها

الدولة	القرب من الأسواق			الميزة التنافسية (المرونة المتاحة)	
	PNG	# الخطوط	الأسواق	PNG	LNG
	دول الأعضاء				
الجزائر	▪ ميزة القرب الجيد من أوروبا الجنوبية والغربية. ▪ ترتبط الجزائر بأوروبا بواسطة خطين مباشرين إلى كل من إيطاليا عبر خط أنابيب غاز إنريكو ماتي (GEM)، وإسبانيا عبر خط أنابيب الغاز البحري ميدغاز (MEDGAZ) الذي يربط بني صاف على الساحل الجزائري بمدينة "ألميريا" الإسبانية (210 كلم).	2	▪ خط الجزائر-إيطاليا ▪ خط الجزائر-إسبانيا	☑	☑
ليبيا	▪ تصدر **ليبيا** لأوروبا بواسطة خط مباشر الى إيطاليا (خط أنابيب - Greenstream) بطول 516 كم الذي يربط مليتة (ليبيا) إلى جيلا في صقلية (إيطاليا).	1	▪ خط ليبيا-إيطاليا	☑	☒*
	خارج دول الأعضاء				
النرويج	▪ تصدر **النرويج** لأوروبا بواسطة عدة خطوط الى دول مختلفة	22	▪ **شبكة خطوط أنابيب:** يزيد طولها عن 8,800 كيلومتر، وتتألف من 22 خط أنابيب فردي تديرها شركة Gassco.	☑	☑
أذربيجان	▪ تصدر **أذربيجان** لأوروبا بواسطة خط غير مباشر يصل الى إيطاليا (خط أنابيب تاب). ▪ ينقل خط أنابيب "تاب" (TAP) الذي طوله 878 كلم الغاز من حقل شاه دنيز (أذربيجان) من بحر قزوين إلى أوروبا بعد عبور العديد من الدول قبل أن يصل إلى جنوب إيطاليا.	1	▪ خط **أذربيجان**-إيطاليا أو خط الأنابيب العابر للبحر الأدرياتيكي (TAP)	☑	☒

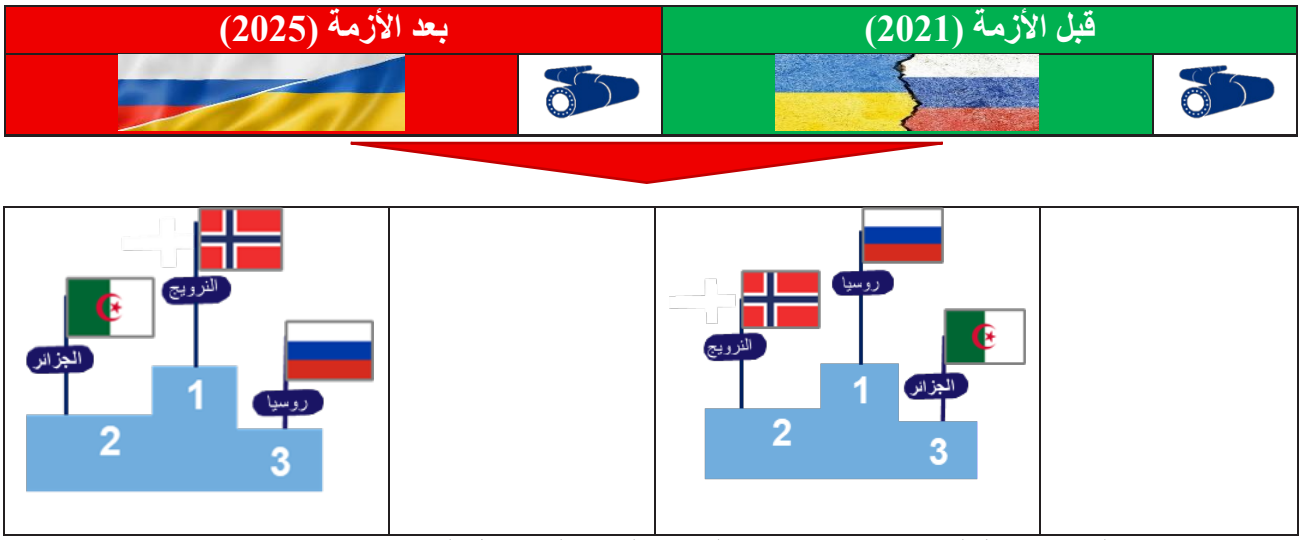
المصدر: الباحث. *توقفت صادرات الغاز الطبيعي المُسال من ليبيا منذ بدء الأزمة في فبراير 2011.

❑ **الغاز الطبيعي:** من التداعيات المباشرة لهذه الأزمة حلت النرويج محل روسيا كأكبر مورد للغاز عبر خطوط الأنابيب. بحيث تمثل النرويج حاليًا أكثر من نصف إمدادات الغاز عبر خطوط أنابيب للاتحاد الأوروبي.

❑ في عام 2021، كانت روسيا الشريك الرئيسي لدول الاتحاد الأوروبي، حيث بلغت وارداتها من الغاز الطبيعي في حالته الغازية 45% وتلتها النرويج بنسبة 38% ثم الجزائر بنسبة 11%.

❑ في عام 2025، كانت النرويج أكبر مورد للغاز الطبيعي في الحالة الغازية إلى الاتحاد الأوروبي بحصة بلغت 52.1% تلتها الجزائر (17.4%) ثم روسيا (10.4%) وتعتبر هذه الدول الثلاث من الموردين الرئيسيين.

الشكل (4.IV): واردات الغاز الطبيعي في الحالة الغازية إلى الاتحاد الأوروبي (قبل وبعد الأزمة)



المصدر: حسابات الباحث استنادًا لبيانات "يور وستات" والتقارير السنوية لشبكة نقل الغاز، عام 2022 و2023 و2026.

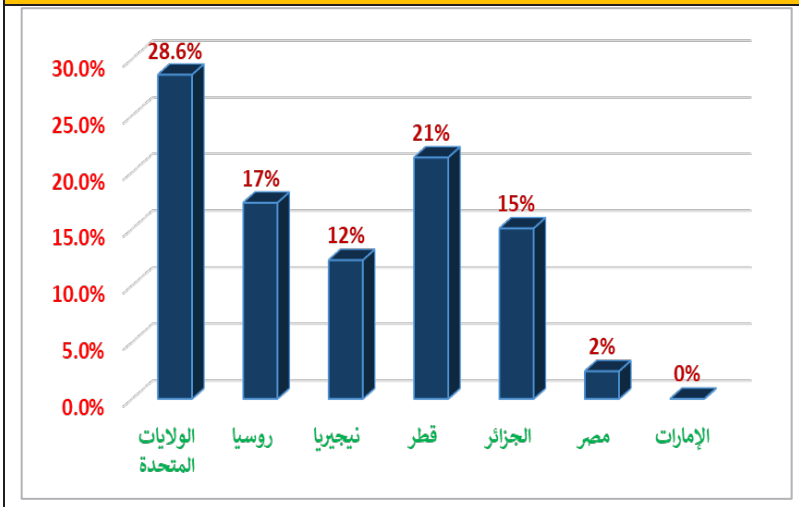
❑ **الغاز الطبيعي المُسال:** أما بالنسبة **للغاز الطبيعي المُسال**، كان استيراد الاتحاد الأوروبي لكميات كبيرة من الغاز الطبيعي المُسال وسيلة لتنويع الموردين وطرق الإمدادات للحصول على الغاز في ظروف صعبة للغاية. وفيما يتعلق بالمنافسة بين المجموعتين في سوق الغاز الطبيعي المُسال بالنسبة للصادرات إلى أوروبا، فإن الجدول أدناه يوضح توزيع الحصة السوقية والمراكز الأولى لأكبر مصدري الغاز الطبيعي المُسال إلى الأسواق الأوروبية (قبل وبعد الأزمة). ومنه، يمكننا من استنتاج أهم النقاط التالية:

❑ **قبل الأزمة (2021):** كانت دول "أوابك" تمثل 38.8% أي تقريبًا 39% من حصة السوق الأوروبية مقارنةً بحصة تقارب 29% للولايات المتحدة وحدها، بينما كانت حصة مجموعة الدول "خارج-أوابك" تمثل 61% وكانت الفجوة ما بين حصة "أوابك" و"خارج-أوابك" تمثل 22% (الشكل أدناه).

❑ **بعد الأزمة (2022 إلى 2025):** خلال العام الأول للأزمة، كانت حصة دول "أوابك" تمثل 27% من حصة السوق الأوروبية مقارنةً بـ 43% للولايات المتحدة وحدها و73% لمجموعة الدول "خارج-أوابك". وتبين هذا بظهور منافسة قوية بين دول "أوابك" والولايات المتحدة بشكل خاص من أجل تعويض حصة

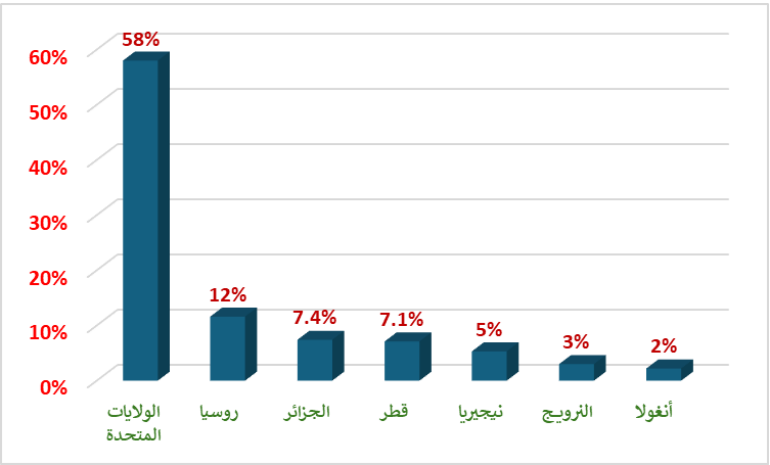
الغاز الروسي عبر الأنابيب والتي كانت تسيطر على "حصة الأسد". وبرزت هذه المنافسة في اتساع الفجوة ما بين حصة "أوابك" مقارنة بحصة الولايات المتحدة والتي بلغت 16% لصالح الأخيرة.

الشكل (5.IV): أكبر 5 مصدري الغاز الطبيعي المُسال إلى الأسواق الأوروبية (قبل الأزمة)

التعليقات	2021
▪ تفاقمت تقلبات أسعار الغاز المُسال "بسبب الأزمة الروسية-الأوكرانية" وتعد الأزمة الحالية للطاقة في أوروبا بأهمية دور الغاز الطبيعي المُسال في ضمان أمن الطاقة والاستقرار الاقتصادي. ▪ قبل عام 2021، لم تكن الولايات المتحدة مُصدّرًا رئيسيًا للغاز المسال إلى أوروبا. إلا أن انخفاض إمدادات الغاز الروسي أتاح لها فرصة لتصبح مُوردًا مهمًا بحصة سوقية نحو 29%. ▪ فيما يخص دول "أوابك"، جاءت قطر في المرتبة الثانية (21%) الجزائر في المرتبة الثالثة (15%)، بينما اكتفت مصر بحصة (2%).	

المصدر: حسابات الباحث استنادًا إلى بيانات التقارير السنوية لمجموعة مصدري الغاز، عام 2022.

الشكل (6.IV): أكبر 5 مصدري الغاز الطبيعي المُسال إلى الأسواق الأوروبية (بعد الأزمة)

التعليقات	2025
▪ عززت الولايات المتحدة مكانتها باعتبارها الرائدة بلا منازع في سوق الطاقة الأوروبية بحصة سوقية تقدر بـ 58%. ومع تحول القارة بسرعة بعيدًا عن الغاز الروسي، تضاعفت صادرات الولايات المتحدة من الغاز الطبيعي المسال. ▪ أما روسيا، احتلت المرتبة الثانية بين موردي الغاز الطبيعي المسال إلى أوروبا. تراوحت حصتها عمومًا ما يقارب 12%. ▪ احتلت الجزائر المرتبة الثالثة بين موردي الغاز الطبيعي المسال إلى السوق الأوروبية، حيث بلغت حصتها 7% من حجم الواردات.	

المصدر: حسابات الباحث استنادًا إلى بيانات التقارير السنوية لمجموعة مصدري الغاز، عام 2022 و2023 و2026.

وفي عام 2025، كان أكبر مصدري الغاز المُسال لأوروبا هم على التوالي: الولايات المتحدة، روسيا، الجزائر، قطر ونيجيريا كما هو مبين في الشكل (6.IV). وكانت حصة دول "أوابك" عرفت انخفاضًا ملحوظًا مقارنة بعامي 2023 و2024 لتصل إلى 14.5%. عكس دول "أوابك"، فإن حصة الدول "خارج-أوابك" ارتفعت من 76% عام 2023 إلى 85.5% عام 2025.

يتيح الجدول أدناه مقارنة ترتيب أهم الفاعلين في سوق الغاز المُسال في أوروبا قبل وبعد اندلاع الأزمة الروسية-الأوكرانية. ويتضح أن الوصول الهائل للغاز المُسال الأمريكي إلى الأسواق الأوروبية بكثرة اعتبارًا من بداية الأزمة عام 2022 أدى إلى تغيير مشهد الغاز الطبيعي الأوروبي. وقد استطاعت الولايات المتحدة من تعزيز مكانتها كأكبر مصدر للغاز المُسال للدول الأوروبية.

الجدول (9.IV): أكبر 5 مصدري الغاز الطبيعي المُسال إلى الأسواق الأوروبية (قبل وبعد الأزمة)

	% التصدير للأسواق الأوروبية*				
2021 قبل الأزمة	الولايات المتحدة	روسيا	نيجيريا	قطر	الجزائر
	%29	%17	%12	%21	%15
	①	③	⑤	②	④
2022 بعد اندلاع الأزمة	الولايات المتحدة	روسيا	نيجيريا	قطر	الجزائر
	%43	%12	%7	%16	%8
	①	③	⑤	②	④
2025 4 أعوام بعد الأزمة	الولايات المتحدة	روسيا	نيجيريا	قطر	الجزائر
	%58	%12	%5	%7.1	%7.4
	①	②	⑤	④	③

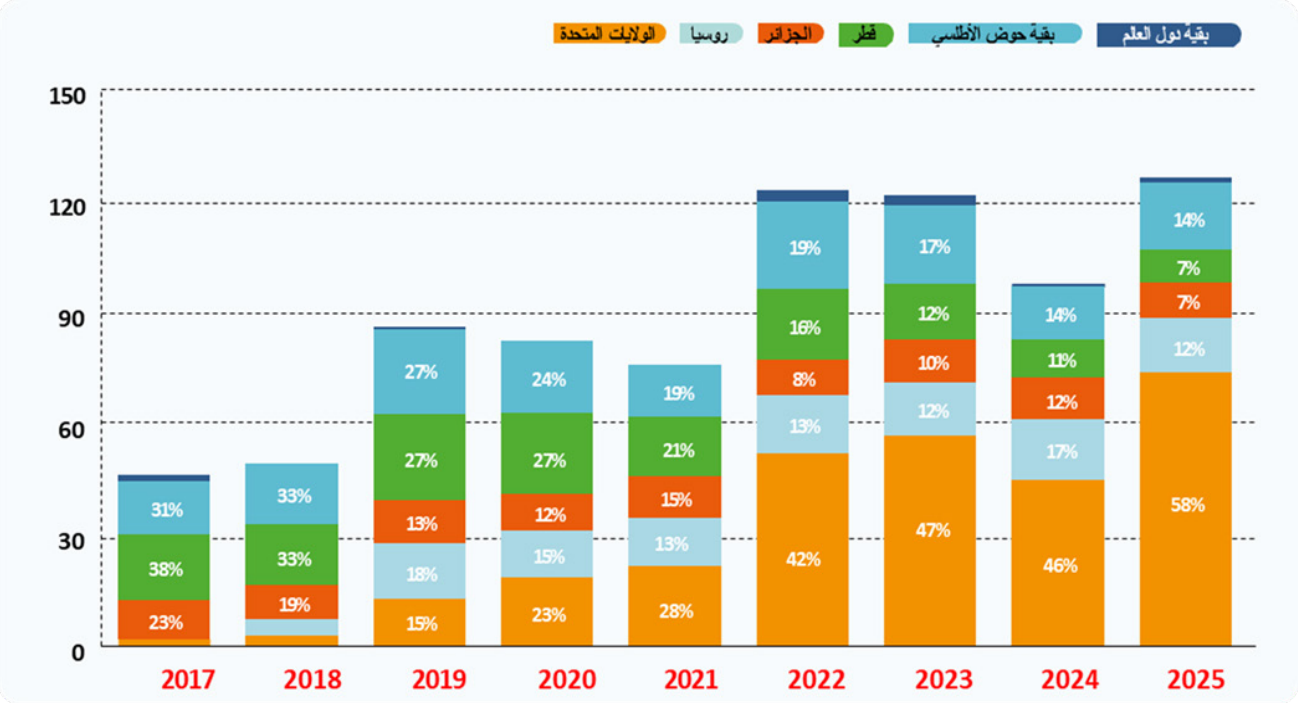
المصدر: حسابات الباحث استنادًا إلى بيانات التقارير السنوية لمجموعة مصدري الغاز، عام 2022 و2023 و2026. *نسب مئوية مقربة. عِلمًا بأن أستراليا لا ترسل في الغالب شحنات الغاز الطبيعي المُسال إلى أوروبا باعتبارها ليست هي "السوق الطبيعية" لها.

6.IV. مخاطر الاعتماد المفرط للاتحاد الأوروبي على الغاز الطبيعي المُسال

يعتمد الاتحاد الأوروبي بشكل كبير على واردات الغاز، حيث وصلت نحو 90% من إمداداته في عام 2024 من خارج دول الاتحاد. ويستورد الاتحاد الأوروبي الغاز عبر خطوط الأنابيب في المقام الأول من النرويج والجزائر وأذربيجان وروسيا وبكميات أقل من ليبيا والمملكة المتحدة، وهو ما يمثل 62% من إجمالي واردات الغاز. أما النسبة الأخرى البالغة 38% فهي عبارة عن واردات الغاز الطبيعي المسال.

وللابتعاد عن الغاز الروسي تمامًا بحلول عام 2027، تحول الأوروبيون إلى استراد المزيد من الغاز المُسال، لا سيما الغاز الأمريكي. حيث ارتفعت حصته من 28% عام 2021 (قبل الأزمة) إلى 58% عام 2025 (بعد الأزمة). كما سمحت عودة الرئيس ترامب بإمضاء الاتفاقية التجارية بين الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة في يوليو 2025 والتي تلزم أوروبا بشراء الطاقة الأمريكية بقيمة 750 مليار دولار على مدى 3 سنوات (أي ما يقارب 250 مليار دولار/سنويًا).

الشكل (7.IV): الغاز الطبيعي المُسال في أوروبا حسب المصدر (%)



المصدر: الباحث استنادًا إلى بيانات التقارير السنوية لمجموعة مصدري الغاز، عام 2026.

7.IV. إمدادات الغاز من الجنوب الأوروبي

أعادت الأزمة الروسية-الأوكرانية تشكيل سوق الغاز الأوروبية، بشكل كامل، منهيةً عقودًا من الاعتماد الكبير على تدفقات الغاز الروسي عبر خطوط الأنابيب، ومُطلقةً بذلك تحولًا هائلًا نحو الغاز المُسال ضمن طموحات خطة "REPowerEU" ومنه برزت منطقة الجنوب الأوروبي كنقطة دخول حيوية للإمدادات البديلة لتجاوز منطقة الصراع، مما غيّر بشكل جذري أمن الطاقة القاري. حيث تمت إعادة صياغة استراتيجية الطاقة في الجنوب الأوروبي من خلال إعادة تشكيل سوق الغاز الأوروبية وتغير تدفقات الإمدادات من هذه المنطقة التي لعبت منذ بداية الأزمة دورًا محوريًا في أمن الطاقة الأوروبي.

كما تدفع التوترات الحالية في سوق الغاز العالمي دول الجنوب الأوروبي – لا سيما **إيطاليا وإسبانيا** – إلى تعزيز شراكاتها في قطاع الطاقة في منطقة البحر الأبيض المتوسط، بهدف ضمان إمداداتها. من خلال تبني استراتيجية لتنويع مصادر الطاقة، بالتعاون مع الدول الإفريقية، أساسًا دول شمال إفريقيا وكذا على ممر الغاز الجنوبي الأوروبي. ويمكن تلخيص ذلك ضمن **أربع ركائز رئيسية** للإمدادات:

- **شبكة خطوط أنابيب شمال إفريقيا (الجزائر، ليبيا):** تعتبر هذه الشبكة ذات أهمية حاسمة لدول مثل إسبانيا وإيطاليا. وتُعد الجزائر اللاعب الرئيسي في المنطقة، حيث تنقل غازها عبر خطي أنابيب "ميدغاز" وخط أنابيب الغاز "إنريكو ماتي" من الجزائر إلى إسبانيا وإيطاليا وعبر خط أنابيب "غرين ستريم" لنقل الغاز من ليبيا إلى إيطاليا. كما أن استراتيجية الغاز للجزائر بحلول عام 2030 تهدف إلى زيادة إنتاجها السنوي من الغاز إلى 200 مليار متر مكعب بحلول عام 2030 لتلبية الطلب الوطني المتزايد وزيادة حجم الصادرات، ستمكنها من تصدير النصف من هذه الكميات.

- **ممر الغاز الجنوبي الأوروبي:** يمتد على طول 3500 كم، ويُنقل الغاز الأذري من حقول بحر قزوين. ويعتمد على خط أنابيب عبر الأناضول "تاناب" (TANAP) وخط أنابيب عبر البحر الأدرياتيكي "تاب" (TAP)، ويخدم بشكل أساسي إيطاليا ودول جنوب شرقي أوروبا. ويُعد أحد الركائز المهمة للأمن الطاقي.

- **محطات الغاز الطبيعي المُسال:** تعتمد دول جنوب أوروبا بشكل كبير على محطات استيراد الغاز المُسال، بحيث طورت إسبانيا وإيطاليا بنية تحتية واسعة لموانئ استقبال الغاز المسال الأمريكي والقطري، مما يضمن مرونة وأمن الإمدادات.

- **مشروع أنبوب الغاز العابر للصحراء (TSGP)[47]:** يُعد هذا المشروع الاستراتيجي أحد أكبر مشاريع البنية التحتية الطاقوية في إفريقيا وسيمكن من نقل الغاز النيجيري نحو الأسواق الدولية، لاسيما الأوروبية، مرورًا بالجزائر، كما يمثل ركيزة أساسية لتعزيز التكامل الطاقوي الإفريقي ودعم أمن الطاقة على المستويين الإقليمي والدولي. وسيتيح نقل ما بين 20-30 مليار متر مكعب من الغاز سنويًا .

[47] منذ بداية الأزمة الروسية-الأوكرانية، تسعى العديد من الدول الأوروبية إلى زيادة وارداتها من الغاز الطبيعي من خارج روسيا. وفي هذا السياق، عاد هذا المشروع، بعد نحو عقدين من التأجيل، بحيث أطلق في عام 2001، لكنه شهد عدة سنوات من التأخير، لا سيما بسبب التوجهات الطاقية للدول المستهلكة.

الإطار (6): خطوط نقل الغاز الطبيعي في الجزائر وليبيا

تُعتبر الجزائر وليبيا **ركيزتين أساسيتين** للأمن الطاقي الأوروبي حيث تزود الدولتين أوروبا بالغاز عبر ثلاث خطوط أنابيب الغاز تحت البحر قيد التشغيل. تُعد خطوط أنابيب الغاز الشرايين الرئيسية التي تربط جنوب البحر الأبيض المتوسط بأوروبا، السوق الذي أصبح حيويًا منذ انخفاض الإمدادات الروسية.

الجزائر

خطان (02) دوليان للغاز قيد التشغيل يربطان الجزائر بأوروبا، وتبلغ سعة نقلهما 43 مليار متر مكعب سنويًا. وهذه الخطوط هي:

- ❑ **خط أنابيب الغاز "إنريكو ماتي" (GEM) :** يربط الجزائر بإيطاليا عبر تونس.
- ❑ **خط أنابيب الغاز "ميدغاز" (MEDGAZ) :** يربط الجزائر مباشرةً بإسبانيا انطلاقًا من بني صاف.

سوناطراك
sonatrach

- تهدف شركة سوناطراك من خلال نشاط "النقل عبر خطوط الأنابيب" (TRC)، بصفتها حلقة وصل استراتيجية في سلسلة إنتاج الهيدروكربونات، مسؤولية تطوير وإدارة وتشغيل شبكة النقل ومرافق الموانئ. وتضمن هذه الشبكة نقل الهيدروكربونات السائلة والغازية التي تنتجها سوناطراك إلى مختلف العملاء المحليين والدوليين بأفضل الشروط من حيث التكلفة والجودة والسلامة.
- تقوم شركة سوناطراك بتشغيل شبكة لنقل الهيدروكربونات عبر الأنابيب (النفط الخام، والمكثفات، والغاز الطبيعي، والغاز النفطي المسال) تتألف شبكة الأنابيب بشكل أساسي من:

43 خط أنابيب (23 خطًا للغاز و20 خطًا للنفط) موزعة على 22 نظامًا للنقل عبر الأنابيب مع تشغيل 85 محطة للضخ والضغط موزعة على طول الشبكة التي يبلغ طولها الإجمالي 21190 كيلومتر. تشكل 55% منها مخصصة لنقل الغاز الطبيعي.

ليبيا

تُعد ليبيا موردًا مهمًا للغاز الطبيعي في شمال إفريقيا من خلال تزويدها لأوروبا بالغاز الطبيعي عبر خط:

- ❑ **خط أنابيب الغاز "غرين ستريم" (Greenstream):** يربط ليبيا مباشرةً بإيطاليا (جيلا في صقلية).

National Oil Corporation
المؤسسة الوطنية للنفط

- بفضل امتلاكها أكبر احتياطيات غاز مؤكدة في إفريقيا، حددت المؤسسة الوطنية للنفط (NOC) الغاز الطبيعي الليبي باعتباره عنصرًا أساسيًا في استراتيجيتها الطاقية للمستقبل. وتقود المؤسسة الوطنية للنفط جهود تطوير واستخراج الغاز الطبيعي في ليبيا. وتخطط لزيادة قدراتها في هذا المجال للاستفادة الكاملة من إمكاناتها لتنمية وتطوير البلاد.
- تدير المؤسسة الوطنية للنفط شبكة واسعة تمتد على مسافة تزيد عن 6,000 كيلومتر من خطوط الأنابيب لنقل النفط الخام والغاز الطبيعي والمنتجات المكررة عبر أحواضها الرسوبية الرئيسية. ويُعد خط "غرين ستريم" جزءًا من شبكة الغاز في غرب ليبيا. كما تربط البنية التحتية الحيوية الحقول الداخلية بمراكز المعالجة الساحلية ومحطات توليد الطاقة المحلية ومحطات التصدير الدولية.

المصدر: الباحث استنادًا من مواقع سوناطراك والمؤسسة الوطنية للنفط ومصادر ثانوية.

1.7.IV. إمدادات الغاز من إيطاليا

ونظرًا لموقعها الجغرافي وترابط بنيتها التحتية المتعلقة بشبكة نقل الغاز الطبيعي، تُصنّف إيطاليا ضمن خمس مجموعات مخاطر: أوكرانيا، والنرويج، والجزائر، وليبيا، وبحر قزوين (الممر الجنوبي وشرق المتوسط). وهذا يعني، من حيث التكامل السوقي، أن وصف النظام الإقليمي الذي ينتمي إليه النظام الإيطالي يُعادل فعليًا وصف السوق الموحدة للغاز في الاتحاد الأوروبي.

1.1.7.IV. إمدادات الغاز من إيطاليا قبل الأزمة

تاريخيًا، كان الغاز المنقول عبر الأنابيب إلى إيطاليا يأتي في المقام الأول من روسيا وشمال إفريقيا – الجزائر وليبيا – وشمال أوروبا. وقبل اندلاع الأزمة في أوكرانيا، كانت واردات إيطاليا من الغاز الطبيعي تصل بشكل رئيسي عبر خمس نقاط ربط عبر خطوط الأنابيب العابرة للحدود وثلاث محطات بحرية للغاز الطبيعي المسال نشطة. قبل اندلاع الأزمة في أوكرانيا، كان سوق الغاز الإيطالي يعتمد بشكل كبير على الواردات الأجنبية، حيث كانت روسيا المورد الرئيسي للغاز الطبيعي (بنسبة تقارب 40%). وكان مزيج الطاقة في البلاد آنذاك يعتمد بشكل كبير على الوقود الأحفوري، حيث كان الغاز يمثل ما يقرب من 42% من إجمالي الاستهلاك. فيما يلي، نوضح كيف كان يُنظَّم هيكل إمدادات الغاز الإيطالي في عام 2021:

❑ الغاز الطبيعي	❑ الغاز الطبيعي المُسال
▪ روسيا: نحو 40% (38%) من الغاز المستورد، يتم نقله عبر خطوط الأنابيب الكبرى العابرة لأوروبا. ▪ الجزائر: ثاني مزود تاريخي عبر خط أنابيب إنريكو ماتّي (ترانسميد) نحو 28% من الغاز المستورد. ▪ أذربيجان: ثالث مزود للغاز عبر خط أنابيب الغاز العابر للأدرياتيكي (TAP) بحوالي 10%. ▪ مساهمون آخرون: جاءت كميات أقل من بحر الشمال، ومن ليبيا (عبر خط أنابيب "غرينستريم").	▪ كان يغطي فقط جزءًا ضئيلاً جدًا من الاحتياجات حيث شكل نحو 13% من الإمدادات.

2.1.7.IV. إمدادات الغاز من إيطاليا بعد الأزمة

وبعد الأزمة، وفي أعقاب التحولات والصراعات الجيوسياسية لعام 2025، أصبحت واردات إيطاليا من الغاز الطبيعي تصل بشكل أساسي عبر الجنوب الإيطالي المكون من ثلاثة خطوط أنابيب رئيسية (من الجزائر وأذربيجان وليبيا) إلى جانب الاعتماد على محطات الغاز الطبيعي المُسال. لذا، اعتمدت إمدادات

الغاز في إيطاليا على **"مزيج استراتيجي"** من الغاز المنقول عبر الأنابيب والغاز الطبيعي المسال، بهدف ضمان أمن الطاقة في البلاد. وقد استند هذا النظام إلى بنية تحتية ضخمة للغاز. وكان هيكل إمدادات الغاز الإيطالي في عام 2025 كالأتي:

❑ الغاز الطبيعي	❑ الغاز الطبيعي المُسال
▪ الجزائر: تُعدّ الجزائر المورّد الرئيسي للغاز الطبيعي عبر خط أنابيب "ترانسميد" بنحو 34% من الغاز المستورد. ▪ أذربيجان: ثاني أكبر مورّد عبر خط أنابيب الغاز العابر للأدرياتيكي (TAP) بحوالي 15%. ▪ شمال أوروبا: تشكل تدفقات من شمال أوروبا، بما في ذلك النرويج وهولندا، التي تعبر إلى إيطاليا نحو ▪ روسيا: نحو 40% من الغاز المستورد، يتم نقله عبر خطوط الأنابيب الكبرى العابرة لأوروبا.	▪ إن تحول إيطاليا إلى الغاز الطبيعي المسال ليس ظاهرة منعزلة. حيث في عام 2024، شكل الغاز الطبيعي المسال حوالي 25% من إجمالي الواردات من الغاز كانت تأتي بشكل رئيسي من قطر والولايات المتحدة والجزائر. وكان هذا التحول نحو الغاز الطبيعي المسال جزء من استراتيجية إيطاليا لتقليل الاعتماد على الغاز الروسي وتعزيز الأمن الطاقي الوطني. ▪ في عام 2025، وبعدما كان يغطي أقل من 15% من احتياجات البلاد، بلغ إجمالي واردات إيطاليا من الغاز المسال حوالي 20.7 مليار متر مكعب، ما يمثل نحو 34% من إجمالي الواردات من الغاز. وبرزت الولايات المتحدة وقطر كموردين رئيسيين، حيث غطتا معًا ما يقرب من ثلثي هذه الكمية.

الجدول (10.IV): واردات الغاز الطبيعي والغاز الطبيعي المُسال إلى إيطاليا (قبل وبعد الأزمة)

إيطاليا الغاز الطبيعي عبر ...		قبل الأزمة (2021)	بعد الأزمة (2025)	△	الاتجاه
الأنابيب		%87	%66	%21-	↓
الناقلات	LNG	%13	%34	%21+	↑

المصدر: حسابات الباحث استنادًا على بيانات التقارير السنوية لشبكة نقل الغاز، عام 2022 و2023 2026.

قبل الأزمة، كانت إيطاليا تعتمد بشكل كبير على الغاز الروسي المنقول عبر الأنابيب. بعد ذلك، أعادت إيطاليا هيكلة إمداداتها من الطاقة لتعويض هذه الكميات. وقد أدى هذا إلى تحول هائل نحو الغاز الطبيعي المُسال مما غيّر ديناميكيات التدفق بين حوضي المحيط الأطلسي والمحيط الهادئ.

قبل عام 2022: كان مزيج الغاز الطبيعي المسال الإيطالي يعتمد بشكل أساسي على الشرق الأوسط (قطر بشكل رئيسي) بحصة تقدر 69% من خلال عقود طويلة الأجل، بينما لم يُمثّل الغاز الطبيعي المسال الأمريكي سوى حصة ضئيلة (10%) من إجمالي الغاز المسال لإيطاليا.

ما بعد عام 2022: أعادت إيطاليا توجيه تدفقاتها التجارية بشكل جذري نحو حوض الأطلسي لتعويض الكميات الروسية المفقودة. وبحلول عام 2025، برزت الولايات المتحدة كأحد أكبر موردي الغاز الطبيعي المسال لإيطاليا، حيث كانت تمثل في كثير من الأحيان أكثر من ثلث إجمالي واردات البلاد من الغاز الطبيعي المسال. وقد سحبت إيطاليا الإمدادات من حوض الأطلسي بكثافة، حيث قفزتها حصتها من 31% إلى 67%. كما حافظت على التدفقات الحيوية من قطر التي ظلت موردًا رئيسيًا إلى جانب الولايات المتحدة.

IV.2.7. إمدادات الغاز من إسبانيا

تُعد إسبانيا مستوردًا صافيًا للغاز الطبيعي بسبب ضآلة الإنتاج المحلي. وتتمتع بشبكة واسعة من البنية التحتية المخصصة للاستيراد، والتي تشمل ستة خطوط أنابيب دولية بالإضافة إلى ستة محطات لإعادة التغويز لاستقبال الغاز المُسال. وبفضل نظامها للغاز الطبيعي، تلعب **إسبانيا** دورًا محوريًا في ضمان أمن إمدادات الطاقة لإسبانيا وأوروبا معًا. كما تُعد إسبانيا هي الدولة التي تضم أكبر عدد من محطات الغاز الطبيعي المسال، وأكبر قدرة تبخير، وأكبر سعة تخزين للغاز الطبيعي المسال في أوروبا.

IV.1.2.7. إمدادات الغاز من إسبانيا قبل الأزمة

تاريخيًا، وحتى عام 2021، كانت الجزائر المورد الرئيسي للغاز لإسبانيا، حيث كان ينقل بشكل عبر خطوط أنابيب وأيضًا على واردات معتبرة من الغاز الطبيعي المسال التي كانت تصل على متن الناقلات من بلدان مختلفة. وقبل الأزمة، تجاوزت إمدادات الغاز الطبيعي المسال إمدادات الغاز المنقول عبر الأنابيب. فيما يلي، نوضح كيف كان يُنظَّم هيكل إمدادات الغاز الإسباني في عام 2021:

❑ الغاز الطبيعي	❑ الغاز الطبيعي المُسال
▪ الجزائر: ظلت الجزائر المورد الرئيسي لشبكة الغاز الإسبانية، حيث شكلت حصتها ما يقارب 43% من الإمدادات في عام 2021.	▪ شكّلت إمدادات الغاز الطبيعي المُسال 54% من إجمالي إمدادات الغاز لنظام الغاز الإسباني. في عام 2021، استُقبل الغاز الطبيعي المسال من 14 مصدرًا مختلفًا معظمها من الولايات المتحدة ونيجيريا وروسيا وقطر. وكانت محطة هويلفا (Huelva) ثم بلباو (Bilbao) وتليها برشلونة (Barcelona) ضمن المحطات التي سجلت أعلى عدد من عمليات التفريغ. أما من حيث المنشأ، فقد استقبلت أكبر عدد من الشحنات من الولايات المتحدة ونيجيريا تليها الجزائر.

2.2.7.IV. إمدادات الغاز من إسبانيا بعد الأزمة

في عام 2025، شكّل الغاز الطبيعي المسال 66.7% من إجمالي الواردات، بينما تم استيراد 33.3% عبر خطوط الأنابيب. واحتفظت الجزائر بمركزها "المورّد الرئيسي" للغاز الطبيعي إلى إسبانيا، بحصة تقارب 35% من الإجمالي، وتليها الولايات المتحدة بحصة 30% من الإجمالي وبزيادة قدرها 96.3% مقارنةً بالعام 2024. أما روسيا، فقد ساهمت بنسبة 11.55% من الغاز المستورد، أي بانخفاض قدره 41.1% عن العام السابق. وكان هيكل إمدادات الغاز في عام 2025 كالأتي:

❑ الغاز الطبيعي	❑ الغاز الطبيعي المُسال
▪ الجزائر: كانت إمدادات الجزائر تمثل نحو 35% من الإجمالي. ويُلاحظ تقلص حصة اعتماد إسبانيا على إمدادات الغاز المنقول عبر الأنابيب من 45% عام 2021 إلى 33% عام 2025. ▪ في مايو 2026، استعادت الجزائر مكانتها كمورد رئيسي للغاز الطبيعي إلى إسبانيا. فقد صدّرت ما يمثل 42.6% من واردات البلاد في ذلك الشهر. ويعود هذا التعافي إلى خط أنابيب "ميدغاز" واستئناف عمليات نقل الغاز الطبيعي المسال. وكان خط أنابيب "ميدغاز" – الذي يربط الجزائر بمدينة ألميريا – المحرك الرئيسي للصادرات الجزائرية.	▪ في عام 2025، استقبلت كل محطة من محطات إعادة تحويل الغاز إلى حالته الغازية من ثلاث دول مختلفة على الأقل. وكانت محطة بلباو (Bilbao) هي المحطة التي سجلت أعلى عدد من عمليات التفريغ، تليها برشلونة (Barcelona) وهويلفا (Huelva). ومن حيث المنشأ، كانت الولايات المتحدة هي الدولة التي ورد منها أكبر عدد من الشحنات، تليها روسيا ونيجيريا والجزائر. ▪ إضافةً إلى ذلك، ساهمت إسبانيا في ضمان أمن إمدادات الغاز لبقية أوروبا من خلال تصدير الغاز الطبيعي، سواءً عبر الربط البيني أو عن طريق إعادة شحن ناقلات الغاز الطبيعي المسال (reloading) إلى دول أوروبية أخرى.

الجدول (11.IV): واردات الغاز الطبيعي والغاز الطبيعي المُسال إلى إسبانيا (قبل وبعد الأزمة)

إسبانيا الغاز الطبيعي عبر ...	قبل الأزمة (2021)	بعد الأزمة (2025)	△	الاتجاه
الأنابيب	%45	%33	%12-	↓
الناقلات	%55	%67	%12+	↑

المصدر: حسابات الباحث استنادًا على بيانات التقارير السنوية لشبكة نقل الغاز، عام 2022 و2023 2026.

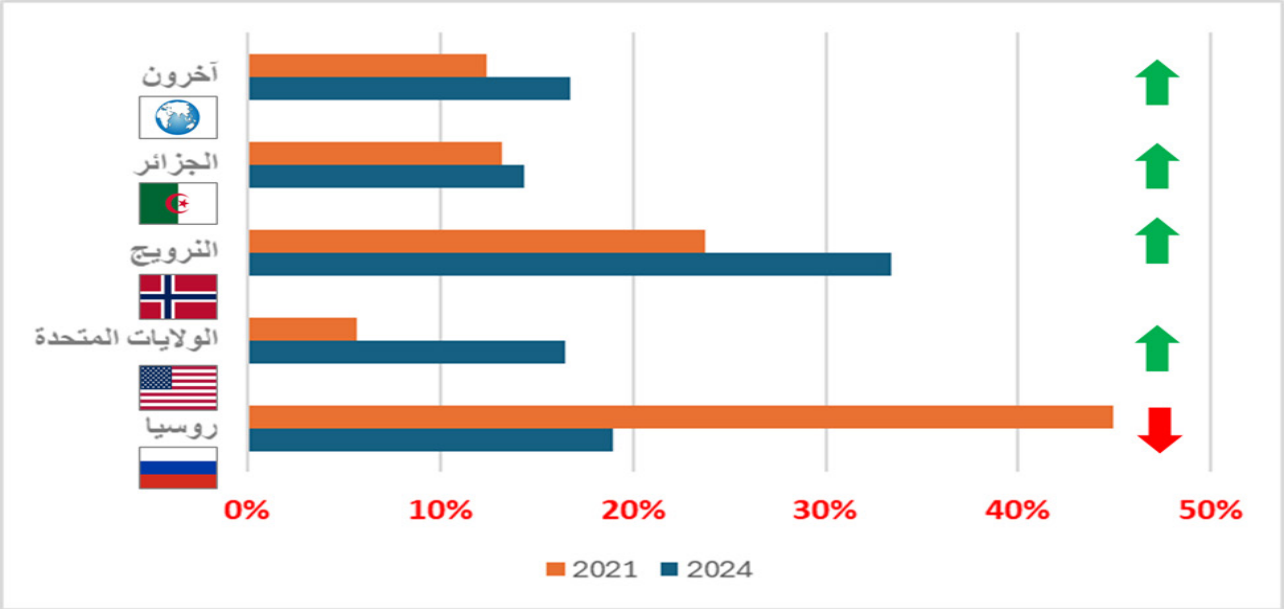
8.IV. معضلة الغاز الأوروبية

يعمل الاتحاد الأوروبي (EU) على تسريع وتيرة التخلي عن الغاز الروسي، مع التوقع بأن تتوقف الواردات تمامًا بحلول خريف عام 2027، في تحول كبير نحو الغاز الطبيعي المسال الأمريكي. ورغم أن

هذه الاستراتيجية البديلة آمنة، إلا أنها تنطوي على عدة نقاط معقدة تتناقض مع أهداف خطة "REPowerEU"، يجب (إعادة) مناقشتها/مراجعتها، منها: **(أ)**- القطيعة التامة مع الغاز الروسي؛ **(ب)**- الاعتماد المتزايد على الولايات المتحدة؛ **(ج)**- ارتفاع تكاليف الغاز الطبيعي المسال الأمريكي؛ **(د)**- والتأثير الاقتصادي الكبير (التكلفة الباهظة تُضعف القدرة التنافسية للصناعة الأوروبية).

بالفعل، خلال العام الموالي للأزمة، أصبحت الولايات المتحدة تُعدّ، أكثر من أي وقت مضى، قِطعةً مُهمّة في "الأحجيّة لمنظومة الطاقة" الأوروبية. هذا الاعتماد الجيوسياسي الجديد، يُظهر التقارب الاستراتيجي بين بروكسل وواشنطن في مجال الطاقة. كما أن الاستيراد الهائل للغاز الطبيعي المُسال الأمريكي للكتلة الأوروبية يُعرّضها لمخاطر استراتيجية واقتصادية وبيئية. وباستبدال أحد مصادر التبعية بآخر، يثير ذلك تساؤلات مهمة حول **"السيادة الطاقية"** والتحديات المتعلقة بمسألة **"أمن الإمدادات"** و**"القدرة التنافسية"** وأيضًا **"القدرة على الصمود"** في وجه التوترات والأزمات الجيوسياسية غير المتوقعة.

الشكل (8.IV): واردات الاتحاد الأوروبي من الغاز الطبيعي حسب الشركاء الرئيسيين (الربع الأول 2021 مقارنةً ب الربع الأول 2024)



المصدر: حسابات الباحث استنادا لبيانات للمفوضية الأوروبية، 2025.

IV.9. الابتعاد عن الغاز الروسي ... أربع سنوات ماذا بعد؟

في عام 2021، زودت روسيا الاتحاد الأوروبي بنحو 155 مليار متر مكعب من الغاز، أي حوالي نصف واردات الاتحاد الأوروبي من الغاز. وقد استورد الاتحاد الأوروبي معظم الغاز الروسي عبر أربعة خطوط أنابيب (نورد ستريم 1، وترانزيت الغاز الأوكراني، ويامال وتركستريم) وشحنات الغاز الطبيعي المسال. وبعد بداية الأزمة الروسية-الأوكرانية في فبراير 2022، وما تلاها من عقوبات دولية واسعة النطاق فرضت على روسيا، سارع الاتحاد الأوروبي إلى البحث عن موردين بديلين للغاز الروسي. وبعدها تطور النقاش وسط دول الاتحاد لبحث إمكانية قطع العلاقات نهائيًا مع روسيا في مجال الطاقة.

شهد عام 2025 جدول أعمال الاتحاد الأوروبي حافلًا إلى حد ما فيما يتعلق بالملف الروسي لا سيما الجانب الطاقوي ومسألة مناقشة الخروج من الغاز الروسي. ففي يونيو 2025، قامت المفوضية الأوروبية بتفصيل "طريقة الخروج" من إمدادات الغاز الروسي. ومن المقرر وقف مشتريات الغاز الروسي تمامًا بنهاية عام 2027. وتم تأكيد ذلك، في أكتوبر 2025، بعد موافقة المجلس الأوروبي على الإلغاء التدريجي لجميع واردات الغاز الطبيعي المتبقية من روسيا بحلول نهاية عام 2027.

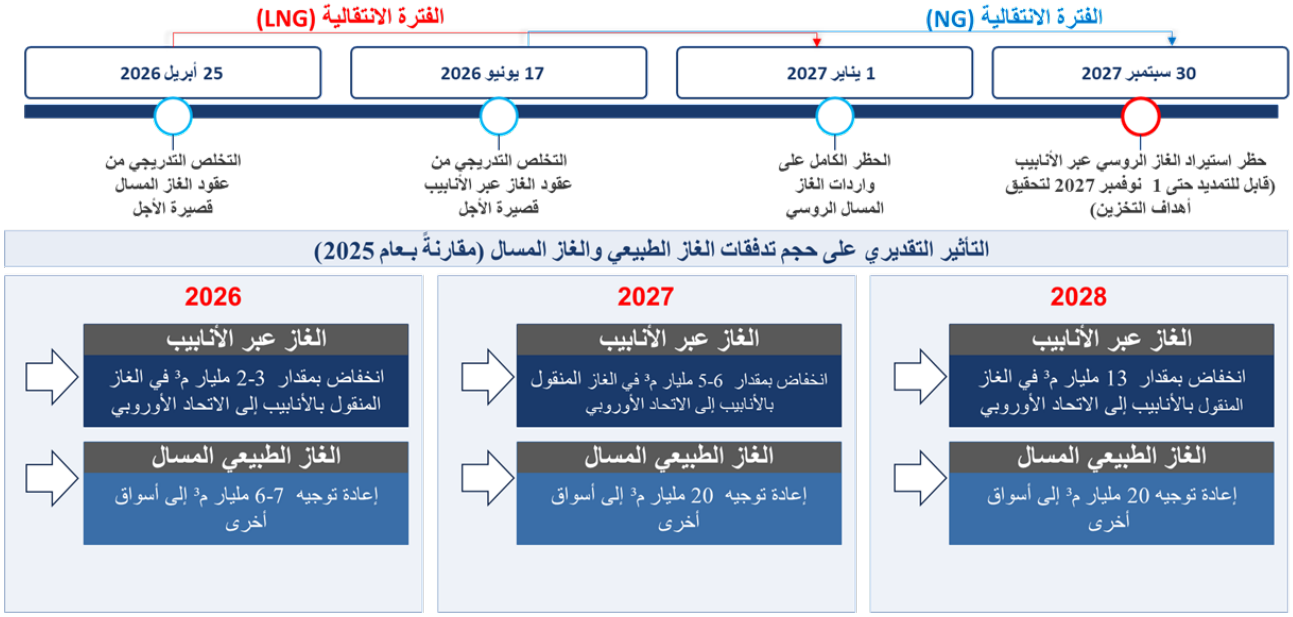
في ديسمبر 2025، تم التوصل إلى اتفاق بين نواب البرلمان الأوروبي والدول الأوروبية لحظر جميع واردات الغاز الروسي إلى الاتحاد الأوروبي في خريف 2027. وبالرغم من ذلك، تبقى عدة أسئلة تحتاج لإجابات واضحة، منها: ماذا سيحدث اعتبارًا من 1 يناير 2028 في حالة "الخروج الكامل" للغاز الروسي منهيًا بذلك أكثر من خمسة عقود من الاعتماد على روسيا؟ بخصوص عقود الغاز؟ كيف تكون طريقة "إنهاء العقود" طويلة الأجل؟

وبالنظر للإنجازات، نجح الاتحاد الأوروبي في تقليص اعتماده على الغاز الروسي. بحيث انخفضت حصة روسيا من واردات الاتحاد الأوروبي من غاز خطوط الأنابيب من 45% في عام 2021 إلى نحو 12% في عام 2025. وعلى نقيض ذلك، ارتفعت واردات الاتحاد الأوروبي من الغاز الطبيعي المُسال الروسي بنسب معتبرة خلال السنوات الماضية.

وبالتالي، فإن الأزمة في أوكرانيا دفعت بأوروبا إلى تبني خطة "REPowerEU" تساعدها عن **"استقلالية الطاقة"** من خلال إبرام اتفاقيات توريد الغاز متوسطة/طويلة الأجل خارج روسيا. وبعد سنوات، تحولت أوروبا من الاعتماد على **"الغاز الروسي عبر الأنابيب"** إلى الاعتماد على **"الغاز الأمريكي عبر الناقلات"**. حيث سدّ الغاز المُسال الأمريكي الفراغ الذي خلّفه الغاز الروسي إلى حد كبير. هذا التحول

سمح بتجنب انقطاع الإمدادات، لكنه أرسى شكلاً آخر من أشكال التبعية: من **التبعية الروسية** إلى **التبعية الأمريكية**.

الشكل (9.IV): الجدول الزمني للتخلص التدريجي من الغاز الروسي نحو الاتحاد الأوروبي والتأثير المقدر للحجم



المصدر: الباحث مقتبس من مجلس الاتحاد الأوروبي ووكالة الطاقة الدولية، يناير 2026.

الملاحظات: الجدول الزمني لعملية التخلص التدريجي وفقًا لما أعلنه مجلس الاتحاد الأوروبي (2025)، حيث توصل المجلس والبرلمان إلى اتفاق بشأن قواعد التخلص التدريجي من واردات الغاز الروسي من أجل أوروبا تتمتع بأمن الطاقة واستقلالها. ويعكس التأثير الحجمي المحتمل افتراضات وكالة الطاقة الدولية بناءً على تحليل اللائحة.

10.IV. أهم القضايا والتحديات التي ستواجهها الدول الأعضاء

لا شك بأن أحد التحديات الأكثر إلحاحًا وإثارة للجدل التي تواجه مُنتجي الغاز الطبيعي – بما فيها الدول الأعضاء في "أوابك" – هي تلك التي تمس بتغير المناخ، على وجه التحديد؛ التوجيه الخاص بالعناية الواجبة لاستدامة الشركات (CS3D) ولائحة الاتحاد الأوروبي بشأن انبعاثات الميثان (EU MER). وسنلخص بإيجاز أهم القضايا والتحديات التي يمكن أن تواجهها الدول الأعضاء في النقاط التالية:

❑ **لائحة الاتحاد الأوروبي بشأن انبعاثات الميثان (EU MER):** فرض الاتحاد الأوروبي منذ عام 2024 قواعد صارمة بشأن انبعاثات غاز الميثان. بحيث ينص التشريع الأوروبي بشأن غاز الميثان، الذي تم اعتماده في أغسطس 2024، على إلزام جميع مستوردي النفط والغاز بالامتثال لقواعد مراقبة الانبعاثات اعتبارًا من عام 2027، تحت طائلة عقوبات قد تصل إلى 20% من حجم مبيعاتهم العالمية السنوية اعتبارًا

من عام 2030. ويُبرر هذا النص بحالة الطوارئ المناخية: فالميثان أقوى بثمانين مرة من ثاني أكسيد الكربون في السنوات العشرين الأولى التي تلي انبعاثه.

❑ **تداعيات اللوائح الأوروبية على الدول المصدرة للغاز وشركات الطاقة:** ومن بين مختلف القوانين الأوروبية بالغة الأهمية، التي شدت الأنظار، لا شك أن التوجيهات الخاصة بالعناية الواجبة للاستدامة المؤسسية (CSDDD) أو (CS3D) واللائحة (الاتحاد الأوروبي) بشأن خفض انبعاثات الميثان في قطاع الطاقة (EU MER) استقطبا وأثارا جدلًا ونقاشًا واسعًا من قبل منتجي الغاز قبل دخولهما حيز التنفيذ.

إذ منذ إجراء التصويت ودخول التوجيه الأوروبي بشأن الميثان حيز التنفيذ والتوجيه الأوروبي للعناية الواجبة بالاستدامة تُثير هذه المقترحات قلق صناع القرار في قطاع النفط والغاز. بحيث حذّر منتجو النفط والغاز من استحالة تطبيق اللائحة المقترحة من الاتحاد الأوروبي بشأن الميثان في شكلها الحالي، وخاصةً المقترح المتعلق بالحد من تسربات الميثان من الوقود الأحفوري. يُكمّل توجيه (CSDDD) توجيه تقارير الاستدامة للشركات (CSRD)، الذي يُركّز على شفافية التقارير غير المالية. ويُمثّل هذا التوجيه شكلاً من أشكال التوسّع، مُضيفًا التزاماتٍ بزيادة العناية الواجبة، بهدف تحويل السلوكيات الأساسية للشركات إلى ما يتجاوز مجرد التزام الشفافية.

في هذا الصدد، في يونيو الماضي، وقّعت 4 دول منتجة ومصدرة للغاز – الجزائر، قطر والولايات المتحدة ونيجيريا – رسالة مفتوحة مشتركة تدعو إلى مراجعة لائحة انبعاثات غاز الميثان في الاتحاد الأوروبي (EU MER)، موجهة إلى رئيسة المفوضية الأوروبية، ورئيس المجلس الأوروبي، وزعماء الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي.

بحيث تدعو هذه الرسالة إلى اتخاذ تدابير عاجلة وضرورية تهدف إلى توضيح وتعديل لائحة انبعاثات غاز الميثان في الاتحاد الأوروبي (EU MER). كما تسلط الضوء على الاستحالة الموضوعية لجزء كبير من صادرات النفط والغاز المتجهة إلى السوق الأوروبية لتلبية متطلبات القياس والإبلاغ والتحقق (MRV) خلال المواعيد النهائية المقرر أن تبدأ في يناير 2027، الأمر الذي سيؤدي حتمًا إلى انقطاع الإمدادات وزيادة غير مبررة في أسعار الطاقة.

❑ **المصادقة على حزمة "الغاز" من قبل مجلس الاتحاد الأوروبي:** صادق الوزراء الأوروبيون، في مايو 2024، على الاتفاقية المشتركة بين الوكالات بشأن الحزمة التشريعية الخاصة بـ "للغاز" – والتي تتضمن توجيهًا وتنظيمًا – لإنشاء قواعد مشتركة للسوق الداخلية للغاز الطبيعي والمتجدد والهيدروجين، وكذا إصلاح التشريعات الأوروبية الحالية بشأن الغاز. وتنص اللوائح الجديدة على تنظيم شبكة متكاملة وشفافة

عبر الاتحاد الأوروبي، وفقًا لمبدأ "كفاءة الطاقة أولاً". وسيقوم موردو الغاز والهيدروجين بإعداد "خطة عشرية" لتطوير شبكة الاتحاد الأوروبي. بالإضافة إلى ذلك، من أجل التخلص التدريجي من الوقود الأحفوري، **لن يتم إبرام عقود طويلة الأجل للغاز الأحفوري اعتبارًا من عام 2049**. وتشجع القواعد الجديدة على تطوير الغاز المتجدد والغاز منخفض الكربون، ولاسيما الهيدروجين، وخاصة في المناطق من الاتحاد الأوروبي كثيفة استخدام الفحم والكربون.

❑ **التحوُّل إلى الغازات المتجددة:** في أبريل 2024، اعتمد البرلمان الأوروبي التوجيه واللائحة المتعلقة بالغازات الطبيعية والمتجددة والهيدروجين (RNGH)، والمعروفة أيضًا باسم "حزمة الغاز والهيدروجين منزوعة الكربون". ويتطلب هذا التوجيه من الدول الأعضاء أو الشركات التي تمتلك مرافق تخزين الغاز الطبيعي أو الغاز الطبيعي المسال أن تعيّن، لفترة تحددها الدولة العضو نفسها، مشغلاً واحدًا أو أكثر لهذه البنى التحتية (المادة 73). ينص هذا التوجيه أيضا على إمكانية وجود "مشغل مشترك" لتشغيل شبكة مشتركة لنظام النقل والغاز الطبيعي المسال والتخزين والتوزيع (شريطة الامتثال لقواعد الفصل بين البنى التحتية) (المادة 49). وسيكون للسلطة التصديق صلاحية منح التصديق (بما في ذلك بشروط) أو رفض التصديق (وفرض إجراءات تصحيحية).

❑ **إعادة استخدام البنية التحتية للغاز الطبيعي:** كجزء من استراتيجيات التنويع طويلة الأجل، تبحث صناعة الهيدروكربونات بشكل متزايد في "إعادة استخدام" خطوط الأنابيب لنقل الهيدروجين، ولكن العوائق المالية المستمرة حدّت من تطويرها على نطاق أوسع . بدورها، تهدف صناعة الهيدروجين المتنامية إلى تحقيق استخدام أكثر انتشارًا يتجاوز الشبكات التشغيلية الحالية من خلال الاستفادة من البنية التحتية القائمة.

في الوقت الذي يسعى فيه العالم إلى خفض انبعاثات الكربون والابتعاد عن الهيدروكربونات، السؤال الذي يطرح: **هل من الممكن إعادة استخدام أو توظيف أنابيب الغاز لنقل الهيدروجين؟ هل تُمثل فرصةً فعّالة من حيث التكلفة للتحول في مجال الطاقة أم أنها تُمثل مشكلةً هندسية؟**

11.IV. وضعية سوق الغاز الأوروبي ... بعد أربع سنوات

أصبح سوق الغاز الأوروبي أكثر تنوعًا وترابطًا مما كان عليه قبل بداية الأزمة. بحيث أن حقبة اعتماد أوروبا على مصدر إمداد واحد مهيمن (روسيا) قد ولّت وسيُرسم مستقبل الغاز الأوروبي بتنوع المصادر وتعزيز شبكات الربط. يقدم الشكل أدناه لمحة عن واردات الاتحاد الأوروبي (EU) من الغاز.

وبالرغم من هذه "الإنجازات"، تبقى خطة "REPowerEU" باعتمادها على استراتيجية تطوير الغاز الطبيعي المُسال أكثر إثارة للتساؤل بالنظر إلى التكاليف الاقتصادية[48] المرتفعة للغاز الطبيعي المُسال مقارنةً بواردات خطوط الأنابيب. حيث زادت فاتورة استيراد الغاز في الاتحاد الأوروبي عشرة أضعاف[49] مقارنة بعام 2020 وثلاثة أضعاف مقارنة بعام 2021. بحيث شهدت إمدادات الغاز الطبيعي في الاتحاد الأوروبي تغيرًا كبيرًا منذ اندلاع الصراع بين روسيا وأوكرانيا.

الشكل (10.IV): واردات الاتحاد الأوروبي من الغاز الطبيعي – في الحالة الغازية – من الشركاء الرئيسيين قبل وبعد اندلاع الأزمة الروسية-الأوكرانية (%)*

بعد اندلاع الأزمة		
	الدولة	2025
①	النرويج	%52.1
②	الجزائر	%17.4
③	روسيا	%10.4
④	المملكة المتحدة	%9.1
⑤	أذربيجان	%8.1
	آخرون	%2.7
		%100

قبل اندلاع الأزمة		
الدولة		2022
①	روسيا	%48.4
②	النرويج	%29.8
③	الجزائر	%8.8
④	المملكة المتحدة	%6.3
⑤	أذربيجان	%4.2
	آخرون	%2
		%100

المصدر: الباحث استنادًا على قاعدة بيانات يوروستات (Eurostat)، *تقديرات السلسلة الفصلية، تحديث مارس 2026.

[48] على سبيل المثال، كلّف الغاز الطبيعي المُسال لفرنسا 32 مليار يورو، أي 2.5 ضعف ميزانية وزارة الطاقة الفرنسية الانتقالية السابقة في عام 2022.
[49] طالع PALTI-GUZMAN & EYL-MAZZEGA (2023)

الجدول (12.IV): سوق الغاز الأوروبي قبل الأزمة وبعدها

المسائل			الوضع قبل اندلاع الأزمة الروسية-الأوكرانية (عام 2021)	الوضع بعد اندلاع الأزمة الروسية-الأوكرانية (عام 2025)
السوقية	السوق ما بين "التوازن" و"اختلال التوازن"		▪ **لمحة عن السوق:** اتسم **سوق الغاز الأوروبي** بالترابط الاقتصادي مع روسيا وقلة تنويع مصادر الإمدادات، حيث كان الغاز الطبيعي المُسال يلعب دورًا تكميليًا وليس دور المصدر الرئيسي.	▪ **لمحة عن السوق:** ما بعد أزمة عام 2022، يتميز **سوق الغاز الأوروبي** بزيادة الاعتماد على الغاز الطبيعي المُسال (الأمريكي بشكل خاص) كبديل للغاز الروسي، مع بقاء الأسعار أعلى من المتوسط التاريخي (أقل 20 يورو/ميغاواط ساعة سابقًا). ومع ذلك، لا يزال السوق متقلبًا ومتوترًا للغاية، مع استمرار خطر نقص الإمدادات.
	الأسعار		▪ ذروة: 300 يورو/ميغاواط ساعة (أغسطس 2022)	▪ أدنى: 30 يورو/ميغاواط ساعة (منذ يناير 2024)
	أمن إمدادات الغاز		▪ **عام 2021:** 150 مليار متر مكعب أي 45% (من روسيا)	▪ **عام 2024:** 52 مليار متر مكعب أي 19% (من روسيا)
	مستوى المخزون (%)		▪ **ديسمبر 2021:** 53%	▪ **ديسمبر 2022:** 83% ▪ **ديسمبر 2024:** 73% ▪ **ديسمبر 2025:** 64%
	الريادة في السوق		**سيطرة "مؤكدة" لروسيا على الأحجام والأسعار**	**سيطرة "محتملة" للولايات المتحدة على الأحجام والأسعار**
الحصص السوقية	"أوابك"	الجزائر	▪ 13%	▪ 17% (↑)
		ليبيا	▪ 1%	▪ *0.4% (↓)
	خارج "أوابك"	روسيا	▪ 48-45%	▪ 12-10% (↓)
		النرويج	▪ 30%	▪ 52% (↑)
		أذربيجان	▪ 4-3%	▪ 8% (↑)
		الولايات المتحدة (LNG)	▪ 28%	▪ 58% (↑)
اعتماد أوروبا على الطاقة	أصل الغاز		**الغاز الطبيعي**	**الغاز الصخري**
	الغاز الطبيعي		▪ الاعتماد على **خطوط الأنابيب**	▪ الاعتماد على **الناقلات**
	الغاز الطبيعي المُسال		▪ دور ثانوي (اعتماد على الغاز عبر خطوط الأنابيب)	▪ دور رئيسي (إعادة التوزيع العالمي لتدفقات الغاز المُسال)
	البلد المهيمن في أوروبا		**روسيا** (الغاز عبر خطوط الأنابيب)	**الولايات المتحدة** (الغاز عبر الناقلات)
	سياسة الطاقات المتجددة		▪ **"RED II":** الوصول إلى 32% (الاتحاد الأوروبي) عام 2030.	▪ **"RED III":** الوصول إلى 42.5 – 45% (الاتحاد الأوروبي) عام 2030.
	الميثان الحيوي (الإنتاج)		▪ **عام 2021:** 3,5 مليار م3 (2.8 مليار م3 الاتحاد الأوروبي)	▪ **عام 2024:** 5.2 مليار م3 ▪ **عام 2030:** 35 مليار م3

المصدر: الباحث. *انخفضت حصة الغاز الليبي خلال العام 2025.

الخلاصة والتوصيات

أدت أزمة الطاقة – غير المسبوقة في تاريخ أوروبا – إلى **"تغييرًا جذريًا"** في الأولويات الاستراتيجية لسياسة الاتحاد الأوروبي فيما يتعلق بأسواق الغاز الطبيعي. وكان لهذه الأزمة انعكاسات عديدة، حيث تجاوزت تداعياتها الحدود الجغرافية للدول الأوروبية. وردًا على الصراع الروسي-الأوكراني، قدّمت المفوضية الأوروبية تدابير طارئة، في مايو 2022، من خلال خطة "REPowerEU" بهدف خفض اعتمادها على الوقود الأحفوري الروسي، وتسريع الانتقال إلى الطاقة النظيفة، وتوحيد الجهود للوصول إلى نظام طاقة أكثر مرونة يتمتع باتحاد طاقة حقيقي.

وبعد مرور أكثر من أربع سنوات على الأزمة، أصبح سوق الغاز الأوروبي أكثر تنوعًا وترابطًا مما كان عليه قبل بدايتها. وبرز أمر واضح صار يتأكد مع مرور الوقت، بحيث أن حقبة اعتماد أوروبا على مصدر إمداد واحد مهيمن (روسيا) قد ولّت وسيتسم مستقبل الغاز في أوروبا بتنوع المصادر وتعزيز شبكات الربط. ومع ذلك، بالرغم من تمكن الاتحاد الأوروبي من تجاوزه الأزمة، إلا أن السعي لتنويع إمدادات الغاز لا يزال في كثير من الحالات بمثابة محاولة لتحقيق التوازن بين **التبعية القديمة** (الغاز الروسي) و**التبعية الجديدة** (الغاز المُسال الأمريكي)، وهو ما لا يزال بعيدًا عن تحقيق هدف **"السيادة الطاقية"** القادرة على مواجهة الأزمات و/أو الصدمات الخارجية، وهذا ما لوحظ مع الصراع الأخير في الشرق الأوسط بين الولايات المتحدة وإيران.

1- الخلاصـــة

يمكن استخلاص عدة دروس من هذه الدراسة نُلخّصها في النّقاط التالية:

- **أوّلًا- أسواق الغاز الطبيعي في أوروبا:**

- يتضح من التحليل أن بناء سوق الغاز الأوروبية لم يكن مجرد تطور تقني أو اقتصادي، بل مثّل مشروعًا استراتيجيًا متكاملًا جمع بين الإصلاحات التشريعية، وتكامل البنى التحتية، والتحولات الجيوسياسية الكبرى التي عرفتها القارة خلال العقود الأخيرة. فقد انتقلت أوروبا من منظومة طاقوية تعتمد على أسواق وطنية مغلقة واحتكارات عمومية إلى فضاء موحّد متقدم يقوم على المنافسة والشفافية وتكامل الشبكات العابرة للحدود.

▪ لعبت التوجيهات الأوروبية المتتالية دورًا حاسمًا في إعادة تعريف قواعد السوق من خلال فصل الأنشطة، وتحرير الوصول إلى الشبكات، وتطبيق آليات تنظيمية متطورة تعزز الانفتاح وتحد من الممارسات الاحتكارية. كما أبرز النموذج الأوروبي أهمية البنية التحتية العابرة للحدود ومراكز التداول، وعلى رأسها مركز TTF، في خلق سوق فعّالة ذات معيار سعري واضح.

▪ أدت الأزمات الحديثة ولا سيما الأزمة الروسية-الأوكرانية إلى دفع الاتحاد الأوروبي لإعادة تقييم استراتيجيته الطاقوية، ما أفرز مبادرات جديدة لا سيما خطة "REPowerEU" التي تجمع بين أهداف المناخ، واستقلالية القرار الطاقوي، وتعزيز السياسات الداعمة للطاقات المتجددة والهيدروجين. ويظهر من ذلك أن أوروبا تسير نحو نموذج الطاقوي أكثر استدامة وتنوعًا، حيث لا يُنظر إلى الغاز الطبيعي كمورد اقتصادي فحسب، بل كعنصر في منظومة انتقالية نحو اقتصاد منخفض الكربون.

▪ تُعدّ أسعار الطاقة المرتفعة – وهو ما أشار إليه **"تقرير دراغي"** – أحد التحديات التي تواجهها أوروبا. فرغم انخفاضها بشكل ملحوظ مقارنةً بأزمة الطاقة عام 2022، لا تزال أسعار الطاقة في الاتحاد الأوروبي أعلى بكثير من مثيلاتها لدى الدول المنافسة، وتتفاوت بشكل كبير بين الدول الأعضاء، ما يُشكّل مصدر قلق مستمر للعديد من الصناعات والمواطنين الأوروبيين. ويعود ذلك بالدرجة الأولى إلى اعتماد أوروبا بشكل كبير على المصادر الخارجية لتزويده بالغاز.

▪ من بين الإنجازات الجديرة بالإشارة إليها، تلك **"الاتجاهات الهيكلية"** التي شهدها عام 2025، منها: انخفاض مستمر في أسعار الغاز مع وصول مؤشر TTF إلى أدنى مستوياته منذ 19 شهرًا (27 يورو/ميغاواط ساعة)، ونجاح أوروبا في تنويع مصادر إمداداتها ما بعد روسيا، مع الاعتماد أكثر على الغاز المسال الأمريكي (من 29% عام 2021 إلى 46% عام 2024 ثم إلى 58% عام 2025) وقد تصل هذه النسبة إلى80% بحلول عام 2028 إذا استمر هذا الاتجاه، وهذا ما يُبرز محدودية "استراتيجية التنويع".

▪ ثانيًا: قرارات الاتحاد الأوروبي لإدارة أزمة الطاقة:

▪ في ظل أزمة الطاقة وبسبب تداعيات الأزمة الروسية-الأوكرانية، تطور الإطار المؤسسي والتشريعي للطاقة في الاتحاد الأوروبي بشكل سريع مع التركيز على كيفية تعبئة مؤسسات الاتحاد الأوروبي واعتمادها للخطط والاستراتيجيات المختلفة – تجسدت في إجراءات ملموسة لحزمة التشريعات "Fit for 55" واكتملت بخطة "REPowerEU". وتهدف هذه المبادرات إلى تسريع إزالة الكربون، وتنويع مصادر الغاز والشركاء/المصدرين، ودعم الميثان الحيوي والهيدروجين، وتوجيه الاستثمارات نحو بنية تحتية أكثر مرونة من أجل تحويل اقتصاد الأوروبي نحو مزيد من الاستدامة والقدرة التنافسية.

▪ كما تناولت اللوائح والتوجيهات الطارئة التي اعتمدها الاتحاد الأوروبي منذ 2022 جملة من التدابير تمثلت أساسا في معالجة أسعار الطاقة (الغاز) المرتفعة، تعزيز مستويات التخزين، تخفيض الطلب، وتحسين التضامن بين الدول الأعضاء.

▪ بفرض عقوبات على روسيا، استطاع الاتحاد الأوروبي – بفضل التعاون الأوروبي مع الشركاء الدوليين – أن يخفض من وارداته من الغاز الروسي من نحو 45% في عام 2021 إلى 19% في عام 2024، وإلى نحو 12% في عام 2025 (أي بتقليص -32%) وستصل قريبًا إلى 0% (نهاية 2027) في حالة "الالتزام باللوائح والتوجيهات الأوروبية".

▪ فيما يخص الميثان الحيوي، يواجه هذا القطاع تحديات كبيرة تجعل من غير المرجح أن يحقق هدف خطة "REPowerEU" وصول الإنتاج إلى 35 مليار متر مكعب من الغاز الحيوي بحلول عام 2030، مما قد يُشير إلى **إعادة تقييم التوقعات** لدور الميثان الحيوي والغاز الحيوي ضمن "استراتيجية الاتحاد الأوروبي" لخفض انبعاثات الكربون.

▪ خلال السنوات الخمس الماضية، تطور دور الغاز الطبيعي المُسال في أوروبا بشكل كبير مع وجود كل المؤشرات على أن هذا الوقود سيظل ركيزة أساسية في مزيج الطاقة الأوروبي. لذا، كان هناك العديد من الانتقادات لاستراتيجية الطاقة الأوروبية الحالية. إذ يرى العديد من الملاحظين بأن أوروبا تحتاج إلى إعادة النظر في مزيجها الطاقي كون أن الغاز الطبيعي المُسال يُعد حاليًا بمثابة دعامة استراتيجية.

▪ بالرغم من تخفيض اعتماده من الواردات الروسية، يُلاحظ بأن الاتحاد الأوروبي لم يتخلص منها تمامًا بحيث لا يزال الغاز الطبيعي الروسي يشكّل حصة من إمدادات الكتلة الأوروبية.

▪ ثالثًا ـ فيما يتعلق بالتوقعات المستقبلية للغاز الطبيعي في أوروبا:

▪ من خلال تحليل التوقعات المستقبلية للغاز الطبيعي، يتضح بأن مسار تطور الطلب على الغاز الطبيعي يتسم بدرجة عالية من عدم اليقين، نظرًا لتشابك العوامل الاقتصادية والتكنولوجية والسياسية المؤثرة في الطلب والعرض.

▪ رغم أن الاتجاه العالمي يشير إلى استمرار ارتفاع الاستهلاك الغاز مدفوعًا بنمو الاحتياجات الطاقوية للدول النامية، فإن أوروبا تسير نحو تقليص اعتمادها على الغاز الطبيعي لصالح مصادر الطاقات البديلة – الطاقات المتجددة والهيدروجين – وحلول الكفاءة الطاقوية.

▪ يبرز التباين بين التوقعات المختلفة أن مستقبل الغاز الطبيعي لا يعتمد فقط على المعطيات السوقية، بل على قدرة الدول والمؤسسات على تنفيذ سياسات متناسقة واستثمارات على المدى الطويل، بما يضمن تحقيق التوازن بين أمن الإمدادات، القدرة على تحمل التكاليف، وأهداف المناخ.

▪ **رابعًا- فيما يتعلق بانعكاسات أزمة الطاقة على دول "أوابك" المصدرة للغاز الطبيعي:**

في ظل استمرار الأزمة الروسية-الأوكرانية – ومع محدودية القدرات التصديرية للغاز من النرويج كأول دولة مصدرة التي تعمل بأقصى طاقاتها – اتجهت العواصم الأوروبية نحو الضفة الجنوبية للبحر الأبيض المتوسط لتأمين إمداداتها. إذ دفعت الأزمات الأخيرة بـ**"الغاز العربي"** إلى واجهة الأحداث لما تزخر به دول المنطقة – الضفة الجنوبية للبحر الأبيض المتوسط – من احتياطات وإنتاج وإمكانيات تصدير هائلة. في هذا السياق، تُحاول الدول المُصدِّرة للغاز من "أوابك" تلبية احتياجات أوروبا مما يجعلها شريكًا استراتيجيًا مهمًا، ومن بين ما يمكن تسليط الضوء عليه بعض النقاط التالية:

- تُعتبر المنطقة العربية **"حجر الزاوية الاستراتيجي"** في مزيج الطاقة الأوروبي، وزادت أهميتها مع الأزمة الروسية-الأوكرانية والأزمة الحالية في الشرق الأوسط كجزء من سعي الاتحاد الأوروبي لتقليل الاعتماد على روسيا وتنويع مصادر الإمدادات.
- لعبت دول "أوابك" المصدّرة للغاز عبر الأنابيب – الجزائر وليبيا – دورًا أساسيًا في أمن الطاقة الأوروبي ضمن مصدرين للغاز إلى أوروبا، خاصة الجنوب الأوروبي. بالفعل، أصبحت تدفقات الغاز الطبيعي والغاز المُسال من الجزائر الركيزة الأساسية لأمن الطاقة لدول المنطقة. بحيث عززت الجزائر مكانتها باعتبارها المورد الرئيسي لإيطاليا وعادت إلى كونها المورد الرئيسي لإسبانيا، لتحل محل الولايات المتحدة وروسيا.
- أحدثت الأزمة الروسية-الأوكرانية تغييرًا جذريًا في النموذج الطاقي الأوروبي، مما أدى إلى انخفاض الاعتماد على الغاز الروسي من 45% قبل الأزمة إلى نحو 13%. حيث أصبحت منطقة الجنوب الأوروبي، بما في ذلك إسبانيا وإيطاليا، **"بوابتين رئيسيتين"** لضمان إمدادات القارة من خلال تنويع مصادرها على نطاق واسع.
- فإيطاليا، أعادت تصميم خريطة إمدادات الغاز الخاصة بها بشكل كامل بتبني "نموذج جديد" يتمثل في الاستغناء عن الواردات الروسية والاعتماد على **"الركائز الجديدة"** تتمثل في الإمدادات من الجنوب: الجزائر وأذربيجان والغاز الطبيعي المُسال. وبذلك، تظل الجزائر أحد الموردين الرئيسيين

بفضل خط أنابيب الغاز "إنريكو ماتي" (GEM) الذي غطّى نحو 34-35% من الإمدادات في عام 2025. وإلى جانب شمال إفريقيا، يتزايد دور القوقاز؛ فقد وصل الغاز القادم من أذربيجان عبر خط أنابيب "تاب" (TAP) إلى نحو 15-16%، مما عزز دور الغاز الأذري كمحور استراتيجي لأوروبا الجنوبية. كما اتخذ الغاز الطبيعي المُسال حصة معتبرة في النظام الغاز الإيطالي الجديد – من 13% عام 2021 إلى 34% عام 2025 – ليغطي بذلك أكثر من ثلث الواردات بحلول عام 2026 – وبالتالي ليكون حلاً تكميليًا ودعمًا للركيزتين الأساسيتين للنظام.

- باعتمادها على "استراتيجية التنويع" خارج روسيا التي عززت العلاقات مع شركاء جدد وأحدثت تغييرًا جذريًا في مزيج الطاقة الإيطالي، برزت الجزائر كأول **مورد للغاز** الطبيعي إلى **إيطاليا** وشريكها الاقتصادي الأول في القارة الإفريقية.
- نتيجةً للأزمة، بفضل موقعها الجغرافي على البحر الأبيض المتوسط، تتحول **إيطاليا** بخطوات ثابتة وبشكل سريع لتصبح **"مركز جديد للغاز"** في المنطقة لعبور الغاز والطاقة النظيفة إلى أوروبا الوسطى.
- أما إسبانيا، البوابة الأخرى للجنوب الأوروبي، بفضل امتلاكها لأكبر قدرة على إعادة التغويز وتخزين الغاز المسال في أوروبا، تلعب دورًا محوريًا في استيراد الغاز المسال من الولايات المتحدة وقطر والجزائر. كما أن ارتباطها بالجزائر عبر خط أنابيب "ميدغاز"، هذا الخط الأنابيب البحري **"العمود الفقري"** لعملية الإمداد، سمح بتوفير إمدادات مباشرة ومستقرة خلال الأزمة ما يؤكد مجددًا دور الجزائر "الشريك التاريخي والاستراتيجي" في مجال الطاقة لإسبانيا.
- ونتيجةً للأزمة، وبفضل موقعها الاستراتيجي بين الأطلسي والبحر الأبيض المتوسط، تعتمد إسبانيا هيكليًا على الغاز الطبيعي المسال. ففي الفترة بين عامي 2021 و2025، ارتفعت حصة الغاز الطبيعي المسال في إجمالي وارداتها بشكل حاد، من 55% عام 2021 إلى 67% عام 2025، مما يجعلها المحور الرئيسي لاستيراد الغاز الطبيعي المسال في أوروبا.
- وفي سياق قرارات الاتحاد الأوروبي للخروج الكامل والتدريجي من استراد الغاز الروسي (عبر خطوط الأنابيب والغاز المُسال)، بحلول عام 2027، وفي ظل بيئة تتسم بالتوترات على الطرق والممرات البحرية، وتقلبات أسعار الغاز الطبيعي المُسال، تكتسب **إمدادات الغاز عبر خطوط الأنابيب** الإقليمية **أهمية استراتيجية متزايدة**. إذ تتيح هذه الوضعية **"فرصة استراتيجية"** للدول العربية المصدّرة عبر الأنابيب، لكنها تتطلب أيضًا استثمارات معتبرة في سلسلة القيمة لرفع الإنتاج ودعم البنية التحتية للتصدير إلى أوروبا من خلال المشاريع الاستراتيجية والشراكات الدولية.

التوصيات:

بناءً على النتائج التي توصلنا إليها، **توصي** الدراسة بما يلي:

- تواجه دول "أوابك" المصدرة للغاز تحديات تجارية وتنظيمية على المدى القصير، لا سيما لائحة انبعاثات الميثان في الاتحاد الأوروبي (EU MER)، وتوجيه العناية الواجبة في مجال استدامة الشركات (EU CS3D)، وآلية تعديل حدود الكربون (EU CBAM)، في ظل تداعيات هذه اللوائح، يوصى بفتح قنوات من أجل "حوار أوثق" مع دول الاتحاد الأوروبي – كأداة أساسية – لإيجاد الحلول المُرضية والمناسبة، لا سيما فيما يتعلق بالمسائل الخلافية من أجل ضمان استقرار إمدادات الغاز الطبيعي/الغاز المُسال.
- إعادة النظر في تسخير وتعبئة الموارد المالية لدعم تطوير البنية التحتية للغاز، بالتنسيق مع المؤسسات المالية الدولية والبنوك الإنمائية المتعددة الأطراف، من أجل تسهيل تمويل مشاريع قطاع الغاز من المنبع إلى المصب .
- في ظل الأزمة الحالية في الشرق الأوسط، الأزمة الأمريكية-الإيرانية، وإغلاق "مضيق هرمز" يتعين على دول "أوابك" المصدّرة للغاز الطبيعي المُسال التفكير والنظر في إنشاء البنى التحتية اللازمة لتجاوز هذا المضيق من خلال إيجاد "طرق/منافذ لخروج" الغاز المُسال والنفط.

وختامًا، من التوصيات الأخيرة سيكون من المحبذ تزويد منظمة "أوابك" بالأدوات اللازمة والبرامج المطورة أو برامجيات – مثل النموذج العالمي للغاز (WGM) ونموذج الغاز العالمي (GGM) – الذي تشتغل عليه المنظمات الدولية ومعاهد الأبحاث الكبرى – لإجراء إسقاطات وسيناريوهات الطاقة حسب طلبات دول الأعضاء و/أو طلبات الأمانة العامة والتي تمكّنها بتغطية جغرافية – إما عالميًا أو إقليميًا أو محليًا – تشمل الأفق الزمني من متوسط المدى إلى طويل المدى.

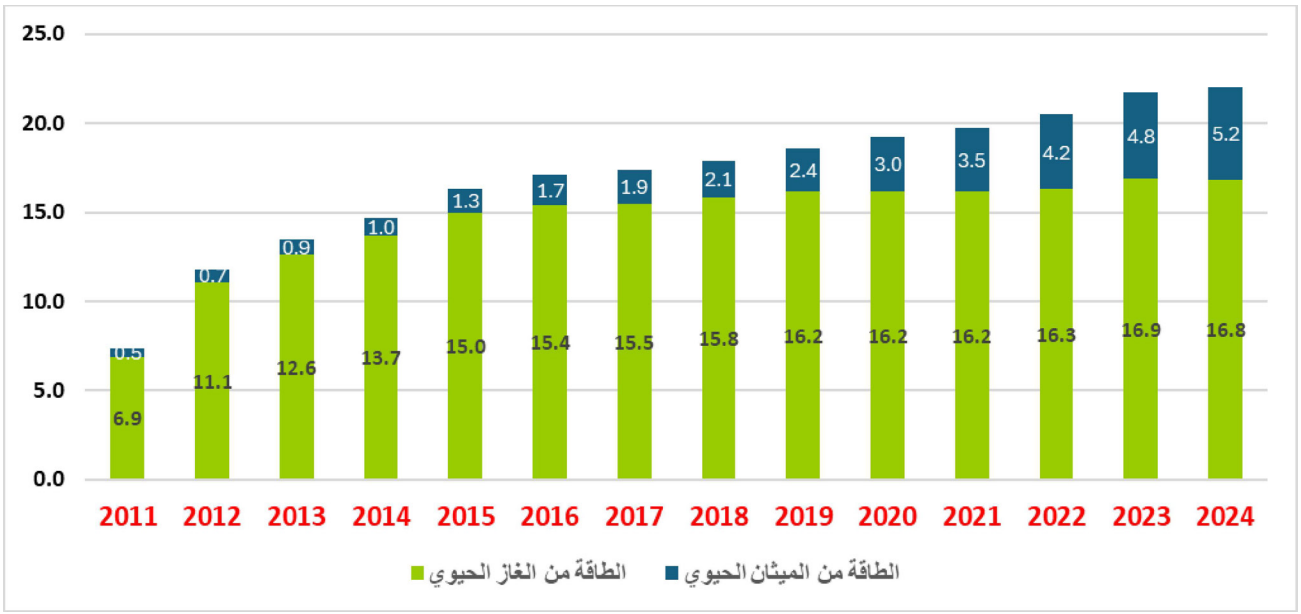
الملاحـــق

الملحق (1): مقارنة الأهداف بين خطتي "Fit for 55" و"REpowerEU" الاتحاد الأوروبي

الأهداف	"Fit for 55"	"REpowerEU"
خفض انبعاثات غازات الدفيئة في 2030	55%<	55%<
نسبة الطاقات المتجددة في 2030	%40-38	%45
نسبة الطاقات المتجددة في 2050	%57	-
قدرة الطاقة المتجددة في 2030	1.067 جيغاواط	1.236 جيغاواط
تركيب الطاقة المتجددة على إجمالي الكهرباء في 2030	%65	-
القدرة المركبة للطاقة الشمسية في 2030	660 جيغاواط	600 جيغاواط
قدرة الهيدروجين الأخضر 2030	40 < جيغاواط	-
إنتاج الهيدروجين الأخضر في 2030	10 < ملايين طن	10 ملايين طن
واردات الهيدروجين الأخضر في 2030	-	10 ملايين طن
إنتاج الميثان الحيوي في 2030	-	35 مليار متر مكعب

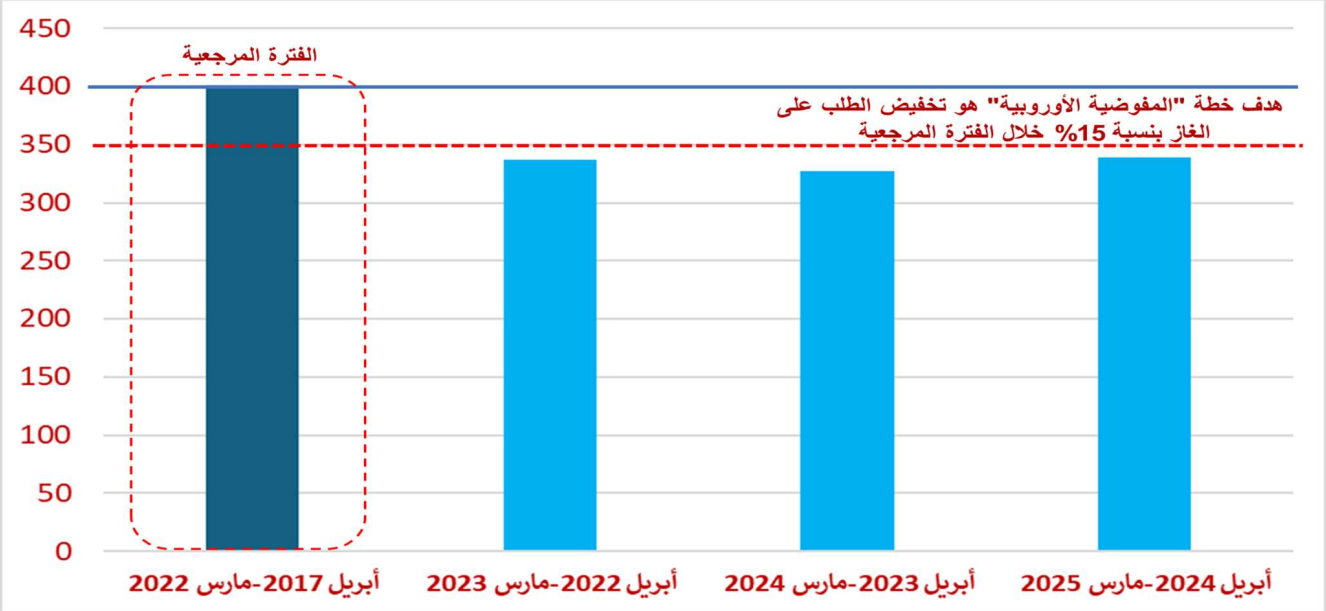
المصدر: الباحث استنادًا إلى بيانات المفوضية الأوروبية.

الملحق (2): الإنتاج الأوروبي المُجمع للغاز الحيوي والميثان الحيوي (مليار متر مكعب)



المصدر: الباحث استنادًا إلى بيانات الرابطة الأوروبية للغاز الحيوي (European Biogas Association).

الملحق (3): خفض الاتحاد الأوروبي الطلب على الغاز خلال السنوات الثلاث ضمن أهداف خطة "REPowerEU"



المصدر: الباحث استنادًا إلى بيانات يورستات.

الملحق (4): "خطة ماتّي"

إيطاليا	"خطة ماتّي" (Plan Mattei)
الهدف:	النمو في منطقة **الشرق الأوسط وشمال إفريقيا (MENA)**: شرط أساسي للنظر إلى **"خطة ماتّي" كأداة للدبلوماسية الاقتصادية والطاقة** سيكون من الصعب على الاتحاد الأوروبي تحقيق أهدافه في إزالة الكربون فقط من خلال زيادة الإنتاج الوطني من مصادر الطاقات المتجددة. وسيكون من الضروري أيضًا إلى استيراد الطاقات المتجددة من جنوب البحر الأبيض المتوسط والخليج.
التحدي:	تحويل الشراكة في مجال الطاقة بين الاتحاد الأوروبي وجنوب البحر الأبيض المتوسط من الوقود الأحفوري إلى مصادر الطاقات المتجددة. ويجب أن تتطور **"خطة ماتّي"** من خلال ضمان دور إيطاليا كـ"الجسر" بين الاتحاد الأوروبي وشمال إفريقيا.

الموارد المالية الرئيسية التي تم تعبئتها ضمن "خطة ماتّي"

المبادرة	التخصيص المالي
السقف المحدد لإفريقيا	500 مليون يورو متاحة في عام 2025
تجديد موارد المؤسسة الدولية للتنمية	733 مليون يورو لمدة ثلاث سنوات
تحويل الديون	235 مليون يورو
صندوق المناخ الإيطالي	265 مليون يورو
مرفق تمويل عملية روما/**"خطة ماتّي"** (RPFF)* بالتعاون مع بنك التنمية الأفريقي والإمارات	140 مليون يورو بالإضافة إلى 25 مليون دولار مخصصة من قبل الإمارات
منصة النمو والمرونة لإفريقيا	مخصصات أولية بقيمة 400 مليون يورو
مبادرة أفريقيا	50 مليون يورو (من أصل 200 مليون يورو مخصصة)
ضمان سيس (SACE) أداة مالية عن وكالة ائتمان الصادرات الإيطالية (ECA).	2 مليار يورو
تحويل وتمكين الأعمال الزراعية المرنة والمسؤولة	غير متاحة

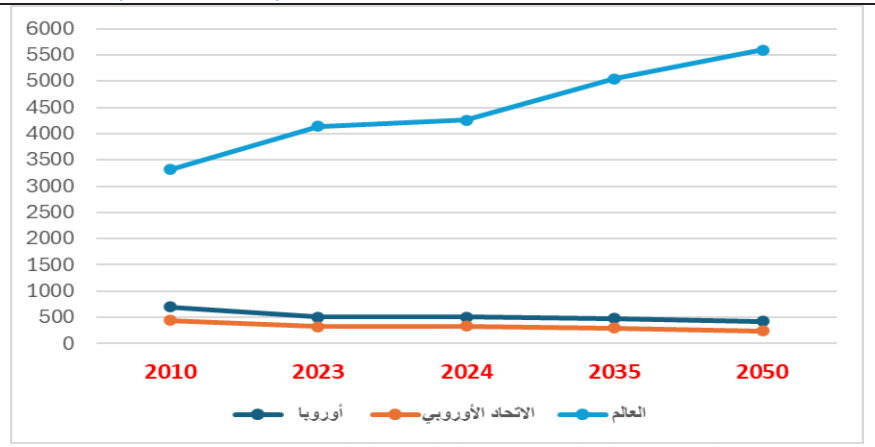
*يعد مرفق تمويل **"عملية روما/خطة ماتّي"** أو Mattei Plan Financing Facility (RPFF) صندوقًا خاصًا متعدد المانحين تم إنشاؤه في عام 2025.

المصدر: اللجنة التوجيهية لخطة ماتّي، مايو 2025.

الملحق (5): توقعات الطلب على الغاز الطبيعي في المنطقة الأوروبية

توقعات وكالة الطاقة الدولية (IEA)

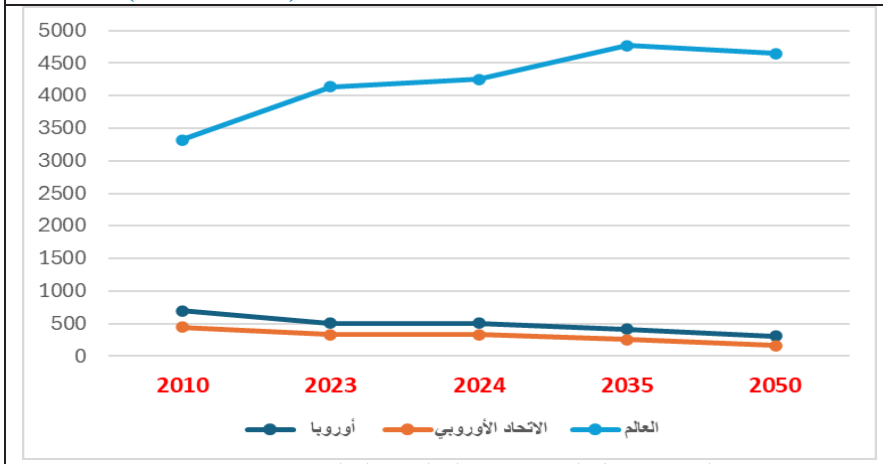
حسب سيناريو السياسات الحالية، 2024-2050 (مليار متر مكعب)



المصدر: حسابات الباحث استنادًا إلى بيانات وكالة الطاقة الدولية، (2025).

توقعات وكالة الطاقة الدولية (IEA)

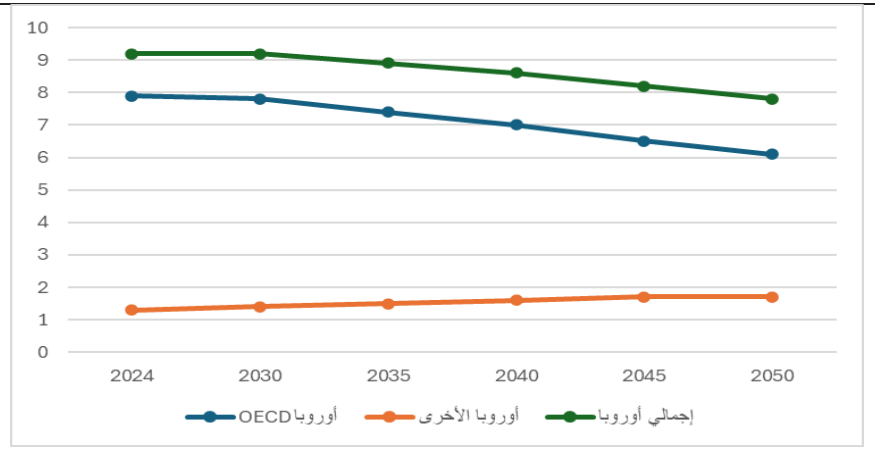
حسب سيناريو السياسات المعلنة، 2024-2050 (مليار متر مكعب)



المصدر: حسابات الباحث استنادًا إلى بيانات وكالة الطاقة الدولية، (2025).

توقعات منظمة "أوبك" (OPEC)

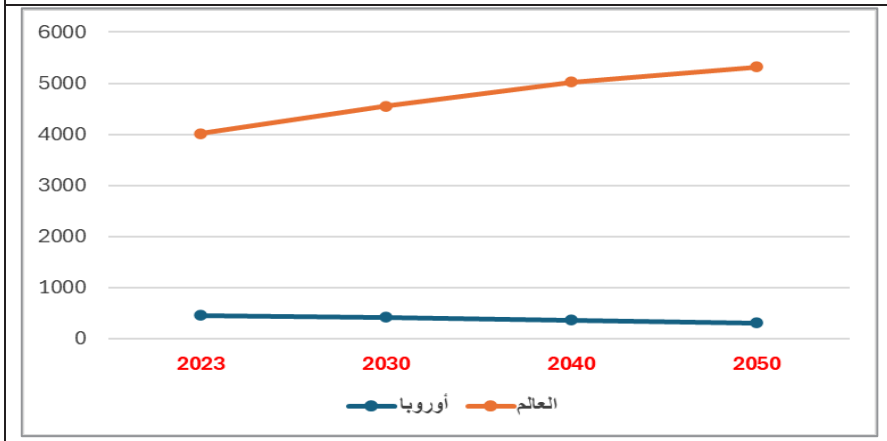
حسب المنطقة الأوروبية، 2024-2050 (مليون برميل نفط مكافئ يوميًا)



المصدر: حسابات الباحث استنادًا إلى بيانات منظمة أوبك، WOO (2025).

توقعات منتدى الدول المصدرة للغاز (GECF)

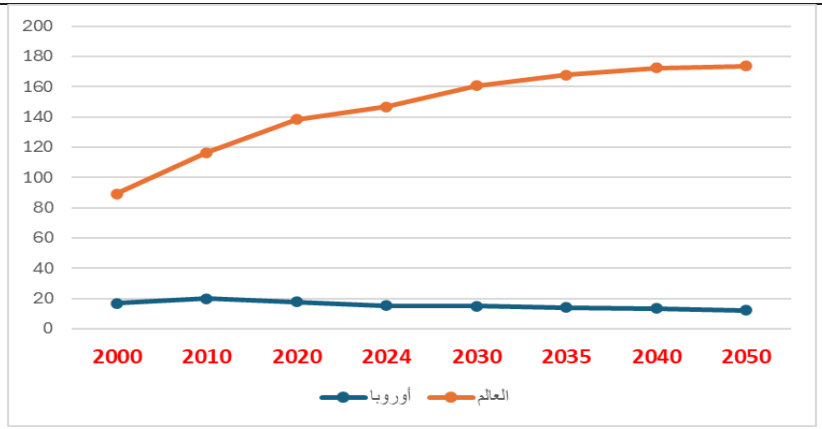
حسب المنطقة الأوروبية، 2023-2050 (مليار متر مكعب)



المصدر: حسابات الباحث استنادًا إلى بيانات المنتدى، مارس 2025.

توقعات شركة "إكسون موبيل" (ExxonMobil)

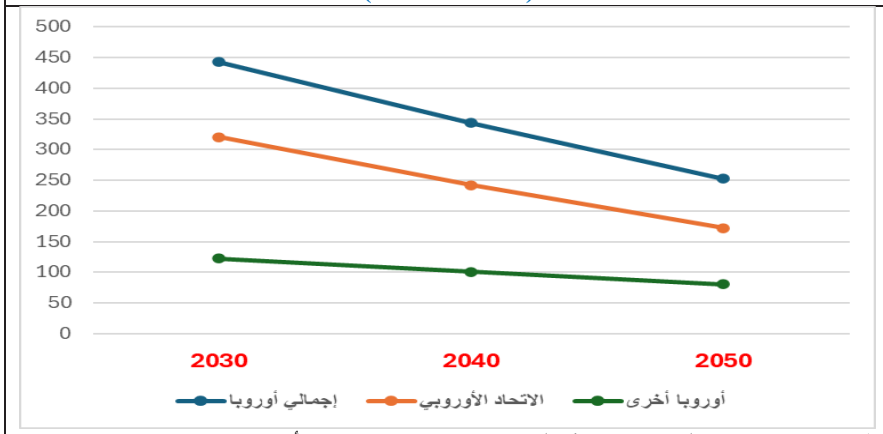
الطلب على الغاز الطبيعي في أوروبا حسب سيناريو "إكسون موبيل" (كوادريليون وحدة حرارية بريطانية)



المصدر: حسابات الباحث استنادًا إلى توقعات "إكسون موبيل"، 2025.

توقعات شركة "إكوينور" (Equinor)

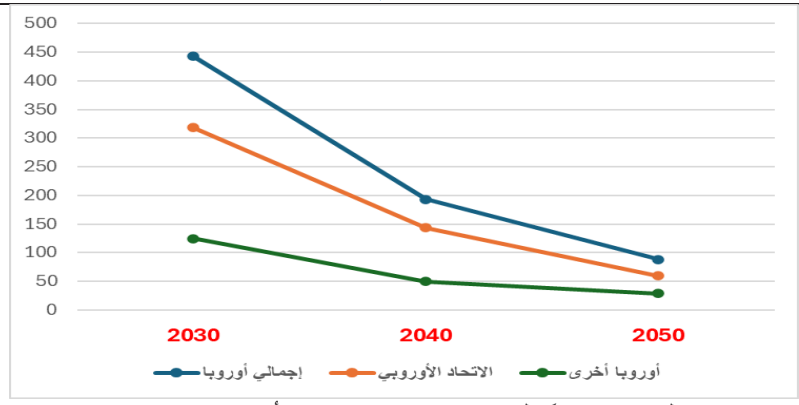
الطلب على الغاز الطبيعي في الاتحاد الأوروبي وباقي أوروبا حسب سيناريو "الجدران" (مليار متر مكعب)



المصدر: حسابات الباحث استنادًا إلى سيناريوهات وبيانات "أكوينور"، 2025.

توقعات شركة "إكوينور" (Equinor)

على الغاز الطبيعي في الاتحاد الأوروبي وباقي أوروبا حسب سيناريو "الجسور" (مليار متر مكعب)



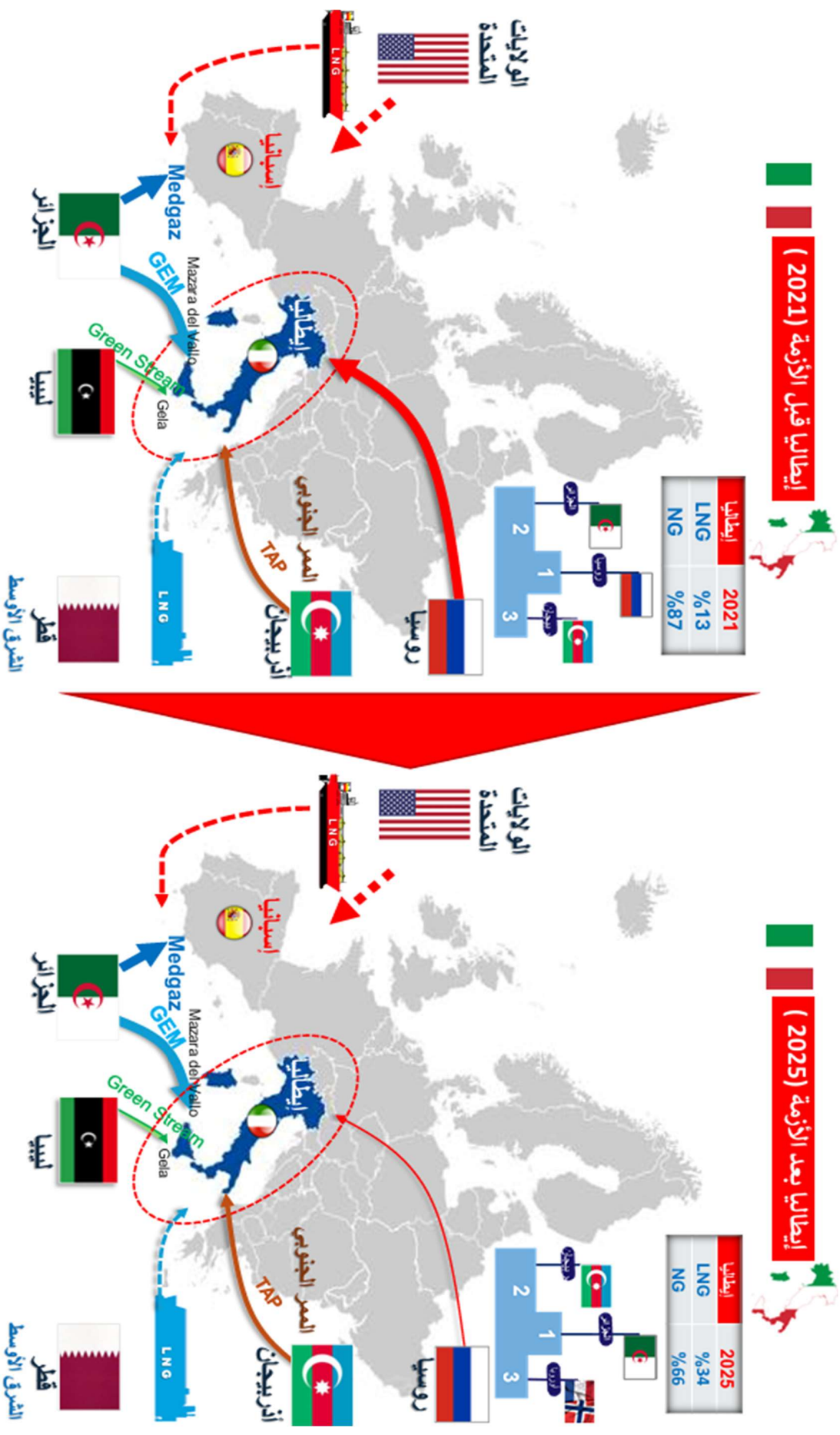
المصدر: حسابات الباحث استنادًا إلى سيناريوهات وبيانات "أكوينور"، 2025.

الملحق (6): سوق الغاز الطبيعي في أوروبا قبل الأزمة وبعدها

		قبل الأزمة			بعد الأزمة				التغيرات	
مليار م3	المنطقة / السوق	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	△	الاتجاهات
استهلاك الغاز	العالم	3,957	3,857	4,047	4,062	4,048	4,166	4,217	260	↑
	أوروبا	548	500	525	513	446	448	461	-87	↓
	أوروبا/العالم	**13.8%**	**13.0%**	**13.0%**	**12.6%**	**11.0%**	**10.8%**	**10.9%**	-3%	↓
إنتاج الغاز	العالم	4,016	3,905	4,082	4,052	4,080	4,181	4,232	216	↑
	أوروبا	232	215	206	214	199	202	200	-32	↓
	أوروبا/العالم	5.8%	5.5%	5.0%	5.3%	4.9%	4.8%	4.7%	-1%	↓
إجمالي واردات الغاز	العالم	1,166	1,130	1,209	1,164	1,124	1,166	1,198	32	↑
	أوروبا	451	415	450	436	376	358	382	-69	↓
	أوروبا/العالم	38.7%	36.7%	37.2%	37.5%	33.5%	30.7%	31.9%	-7%	↓
الواردات عبر الأنابيب	العالم	685	643	695	622	571	608	605	-80	↓
	أوروبا	336	304	345	265	208	222	205	-131	↓
	أوروبا/العالم	49.1%	47.3%	49.6%	42.6%	36.4%	36.5%	33.9%	-15%	↓
الواردات عبر الناقلات	العالم	481	487	514	541	553	557	594	113	↑
	أوروبا	115	112	106	171	168	137	177	62	↑
	أوروبا/العالم	23.9%	23.0%	20.6%	31.6%	30.4%	24.6%	29.8%	6%	↑
$/م.و.ح.ب	أسعار الغاز والغاز الطبيعي المسال الفورية ($/MMBtu)									
أسعار الغاز والمسال الفورية	تي تي إف (TTF)	4.5	3.2	15.9	37.6	12.9	10.9	11.9	7	↑
	شمال شرقي آسيا (NEA LNG)	5.4	4.4	18.6	33.2	13.5	11.7	12.1	7	↑
	هنري هاب (HH)	2.6	2.0	3.9	6.4	2.5	2.2	3.6	1	↑

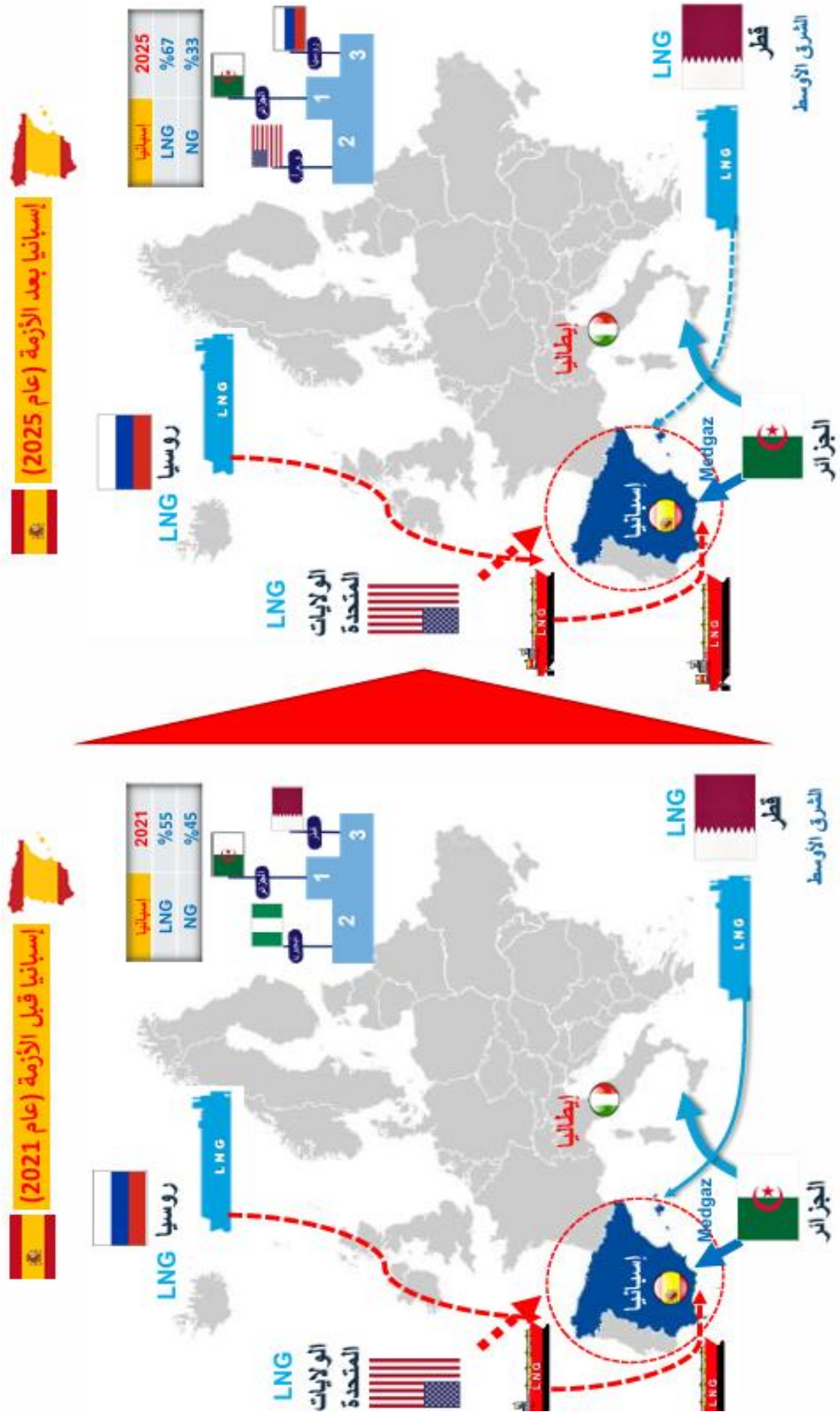
المصدر: حسابات الباحث استنادًا إلى بيانات منتدى الدول المصدرة للغاز، التقرير السنوي 2026، مارس 2026.

الملحق (7): تغيرات في تدفقات الغاز الطبيعي والغاز الطبيعي المسال إلى إيطاليا



المصدر: الباحث

الملحق (8): تغيرات في تدفقات الغاز الطبيعي والغاز الطبيعي المُسال إلى إسبانيا



المصدر: الباحث

الملحق (9): تغيرات في تدفقات الغاز الطبيعي المُسال لإيطاليا بين المحيطين قبل وبعد الأزمة (%)

إيطاليا	قبل الأزمة (2021)			
2021	الشرق الأوسط	حوض الأطلسي	حوض المحيط الهادئ	الإجمالي
	%69	%31	%0	%100
	بعد الأزمة (2025)			
2025	الشرق الأوسط	حوض الأطلسي	حوض المحيط الهادئ	الإجمالي
	%33	%67	%0	%100
△	%36-	%36+	0%	-
الاتجاه	↓	↑	-	-

المصدر: الباحث استنادًا إلى بيانات المجموعة الدولية لمستوردي الغاز الطبيعي المُسال، 2022 إلى 2026.

الملحق (10): تغيرات في تدفقات الغاز الطبيعي المُسال لإسبانيا بين المحيطين قبل وبعد الأزمة (%)

إسبانيا	قبل الأزمة (2021)			
2021	الشرق الأوسط	حوض الأطلسي	حوض المحيط الهادئ	الإجمالي
	%12	%88	%2	%100
	بعد الأزمة (2025)			
2025	الشرق الأوسط	حوض الأطلسي	حوض المحيط الهادئ	الإجمالي
	%2	%96	%2	%100
△	%10-	%8	0%	-
الاتجاه	↓	↑	-	-

المصدر: الباحث استنادًا إلى بيانات المجموعة الدولية لمستوردي الغاز الطبيعي المُسال، 2022 إلى 2026.

المراجع

- **ACER (2024).** Congestion in the EU gas markets: have we reached a new normal? 11th ACER report on congestion in the EU gas markets and how it is managed .Covered Period: 2023, Published on 30 May 2024.
- **Argus Media (2024).** "Qatar confirms Red Sea tension disrupting LNG shipments," January 24, 2024. Available at: https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2530939-qatar-confirms-red-sea-tension-disrupting-lng-shipments
- **ASON A. (2024).** Contrats de gaz internationaux, Économie et politique de l'énergie, 17 Juin 2024.
- **Balteanu I. and Viani F. (2023).** "The energy dependency of the EU and Spain". Economic Bulletin - Banco de España, 2023/Q3, 02. https://doi.org/10.53479/30253
- **Bauby P. (2014).** Les enjeux de la politique européenne de l'énergie, Paris; Fondation Jean Jaures, 2014.
- **Bertoncini Y. (2023).** Quelle "souveraineté européenne" après la Yves BERTONCINI déclaration de Versailles ? Schuman Paper n°721 09 octobre 2023.
- **Boussena S., Locatelli C. (2011).** Gas market developments and their effect on relations between Russia and the EU. OPEC Energy Review, vol. 35, n°1, pp. 27-46.
- **BP (2022). "**BP Statistical Review of World Energy 2022", (2022). BP Website, https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf
- **Corbeau A. S., Mitrova T. (2024).** Russia's Gas Export Strategy: Adapting to the New Reality, the Center on Global Energy Policy, February 2024.
- **Delivorias A. (2025):** EU energy partnerships: United States, Energy cooperation with non-EU countries, March 2025.
- **Downs E, Losz A, and Mitrova TM (2024).** The Future of the Power of Siberia 2 Pipeline, The Center on Global Energy Policy (CGEP), May 2024.
- **EIA (2019).** "Algeria, Natural gas exports". EIA website, 25 March 2019, https://www.eia.gov/international/analysis/country/DZA, last consulted on 25 November 2024.

- **EIA (2024a).** Country Analysis Brief: World Oil Transit Chokepoints, Last Updated: June 25, 2024.
- **EIA (2024b).** Country Analysis Brief: Norway, Last Updated: August 21, 2024.
- **Energy Institute (2023).** Energy Institute Statistical Review of World Energy 2023.
- **European Commission (2019).** The European Green Deal. COM (2019) 640 final. Brussels: European Commission.
- **European Commission (2020a).** 2030 climate & energy framework, available at: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en
- **European Commission (2020b).** Sustainable Europe investment plan: European Green Deal investment plan. COM (2020) 21 final. Brussels: European Commission.
- **European Commission (2022a).** "REPowerEU Plan" COM (2022) 230 final.
- **European Commission (2022b).** "REPowerEU - Renouveler les sources d'énergie de l'UE en coopérant avec des partenaires énergétiques dans un monde en mutation", Luxembourg, mai 2022.
- **European Commission (2023).** "Long-term competitiveness of the EU: looking beyond 2030", Brussels, March 16, 2023.
- **European Commission (2024).** "The future of European competitiveness, Part A: A competitiveness strategy for Europe", Brussels, September 2024.
- **European Commission (2025).** "Roadmap towards ending Russian energy imports", COM (2025) 440 final, May 2025.
- **Fattibene D. & Stefano Manservisi (2024).** The Mattei Plan for Africa: A Turning Point for Italy's Development Cooperation Policy? IAI Commentaries 24/10 - March 2024.
- **GECF (2023).** Gas Exporting Countries Forum, GECF Annual Gas Market Report 2023 (AGMR), Doha, 2023.
- **GECF (2024a).** Gas Exporting Countries Forum, The GECF Annual Gas Market Report 2024 (AGMR).
- **GECF (2024b).** Gas Exporting Countries Forum, The Global Gas Outlook 2050, 8th Edition, March 2024.
- **GECF (2024c).** Gas Exporting Countries Forum, Upstream natural gas investment: trends, shifts, and prospects, Expert Commentary, June 2024.

- **GECF (2025).** Gas Exporting Countries Forum, GECF Annual Gas Market Report 2025 (AGMR), Doha, April 2025.
- **GECF (2026).** Gas Exporting Countries Forum, The GECF Annual Gas Market Report 2026 (AGMR), Doha, March 2026.
- **Goldman Sachs (2023).** The Us Inflation Reduction Act Is Driving Clean-Energy Investment One Year In, October 31, 2023. Available on website: www.gsam.com/
- **Guidehouse (2024).** Biogases towards 2040 and beyond. April 2024.
- **IEA (2012).** Golden Rules for a Golden Age of Gas: World Energy Outlook Special Report on Unconventional Gas, Paris.
- **IEA (2022).** How to Avoid Gas Shortages in the European Union in 2023: A practical set of actions to close a potential supply-demand gap (2022).
- **IEA (2023).** Italy 2023: Energy Policy Review, March 2023.
- **IEA (2023c).** Global Gas Security Review 2023, Including the Gas Market Report, Q3-2023, July 2023.
- **IEA (2025a).** Global Methane Tracker 2025, Version Last updated, May 2025.
- **IEA (2025b).** World Energy Investment 2025, 10th Edition, Revised version, March 2025.
- **IEA (2026).** Global Energy Review 2025, April 2026.
- **IEF (2024).** Upstream Oil and Gas Investment Outlook, International Energy Forum, June 2024.
- **IGU (2024).** Global Gas Report 2024, Stavanger, August 27, 2024.
- **Ivanov H. (2023).** "Natural gas and the energy trilemma – energy security, energy affordability and energy sustainability in the United Kingdom", The Henry Jackson Society, 2023.
- **Heather P. (2019).** European Traded Gas Hubs: a decade of change, Energy Insight: 55, July 2019.
- **Heather P. (2023).** European Traded Gas Hubs: their continued relevance, OIES Paper: NG 183, June 2023.
- **Heather P. (2025).** European traded Gas Hubs: TTF now a global gas benchmark, OIES PAPER: NG 198, June 2025.

- **Hedlund S. (2024).** The rise and fall of Russia's Gazprom, Geopolitical Intelligence Services AG (GIS), July 25, 2024. Available at: https://www.gisreportsonline.com/r/gazprom-russia-europe-eu-gas/
- **Kislov A. (2023).** Russian Gas Exports to Europe: Yesterday, Today, Tomorrow. Cedigaz Insights
- **Lew Y.-T. & Foo, K. (2023).** Market-based LNG pricing gains traction in long-term contracts for Southeast Asia: sources, 12 October 2023.
- **Locatelli C. (2003).** The viability of deregulation in the Russian gas industry. *Journal of Energy and Development*, vol. 28, n° 2, pp. 221-238.
- **Mezran K. & Pavia A. (2023):** Giorgia Meloni's Foreign Policy and the Mattei Plan for Africa: Balancing Development and Migration Concerns, IAI Commentaries 23/36 - July 2023.
- **Noël P. (2008).** 'Challenging the Myths of Energy Security', Financial Times, January 2008. Available at: European Council on Foreign Relations, January 2008, http://ecfr.eu/content/entry/commentary_noel_on_energy_supplies
- **OECD (2025).** OECD Economic Outlook, Volume 2025/2, No. 118, December 2025.
- **Olczak M. (2026).** "Biomethane in Europe: Why scaling up is harder than it looks", OIES Paper: NG 203, January 2026.
- **Oudjida S. (2019).** "Asian Energy and Environmental Challenges in Era of Globalization: The Case of LNG". Energy and Environmental Strategies in the Era of Globalization. In Green Energy and Technology; Shahbaz, M., Balsalobre, D., Eds.; Springer: Cham, Switzerland, 2019; pp. 387–439.
- **Oudjida S. (2025):** "Role of LNG in the energy transitions: Case of Europe", paper presented at Sonatrach's 12th Scientific and Technical Days (JST12), Oran, 24-26 June 2025.
- **OECD (2023).** "Aiming better: Government support for households and firms during the energy crisis", Organization for Economic Co-operation Development (OECD) Economic Policy Papers, No. 32, June.
- **Ramdani S. & Giacomoni B. (2023).** La stratégie russe de limitation des exportations de gaz vers l'UE : une composante de l'invasion de l'Ukraine, Rapport IRIS, Mai 2023.
- **The Friedrich-Ebert-Stiftung (2023):** Energy Without Russia: The Case of Italy, The Consequences of the Ukraine War and the EU Sanctions on the Energy Sector in Europe, Friedrich-Ebert-Stiftung, Berlin.

مجلة النفط والتعاون العربي
المجلد الثالث والخمسون 2026 - العدد 197

تقارير

أزمة الديزل العالمية
بين التوترات الجيوسياسية وتحديات استقرار الأسواق

إعداد: ماجد ابراهيم عامر *

* خبير اقتصادي - الإدارة الاقتصادية - منظمة أوابك

أزمة الديزل العالمية بين
التوترات الجيوسياسية وتحديات استقرار الأسواق

المقدمة

تواجه أسواق الديزل العالمية أزمة متفاقمة تتمثل في شح الإمدادات وارتفاع الأسعار إلى مستويات قياسية، حيث تداخلت اضطرابات الملاحة البحرية عبر مضيق هرمز المرتبطة بالتوترات الجيوسياسية في منطقة الشرق الأوسط، مع الاضرار التي لحقت بالبنية التحتية لمصافي التكرير في روسيا والعقوبات المفروضة على صادراتها من المنتجات النفطية، إلى جانب فرض الصين قيود على الشحنات الموجهة إلى الأسواق الخارجية بهدف تلبية الطلب المحلي، والانخفاض المتواصل في المخزونات النفطية التجارية لدى عدد من الأسواق الرئيسية، بما في ذلك الولايات المتحدة الأمريكية. وتكمن خطورة الأزمة في أن الديزل يمثل وقوداً أساسياً لتشغيل قطاعات واسعة من الاقتصاد، لا سيما الشاحنات والمعدات الثقيلة والآلات الزراعية ووسائل النقل والمنشآت الصناعية ومحطات توليد الكهرباء وأنظمة التدفئة، حيث ارتفعت تكاليف التشغيل والإنتاج واتسعت الضغوط التضخمية عالمياً.

- **طبيعة أزمة الديزل وأسباب اختلافها عن أزمات النفط الخام**

تتسم أزمة الديزل بطبيعة مختلفة عن الأزمات التقليدية الناجمة عن ارتفاع أسعار النفط الخام، حيث إن توافر النفط الخام لا يعني بالضرورة توافر الكميات الكافية من الوقود المكرر لتلبية الطلب. فإنتاج الديزل يتطلب طاقات تكريرية قادرة على معالجة النفط الخام وتحويله إلى مقطرات وسطى (Middle Distillates) وفقاً للمواصفات الفنية المطلوبة، إلى جانب كفاءة مرافق التخزين والموانئ وشبكات النقل والتوزيع. وبناء عليه، فإن تعطل أي حلقة من حلقات سلسلة الإمداد، سواء بسبب الأضرار التي تلحق بمصافي التكرير أو اضطرابات النقل البحري أو القيود التجارية، قد يؤدي إلى نقص الإمدادات وارتفاع الأسعار، حتى في ظل توافر كميات كبيرة من النفط الخام.

وتظهر الأزمة بوضوح في الفارق بين سعر الديزل وسعر النفط الخام، وهو ما يُعرف في أسواق الطاقة بهامش الديزل أو فرق سعر المقطرات "Diesel Crack Spread"، حيث يعكس ارتفاع هذا الفارق شح الإمدادات من الديزل مقارنة بالنفط الخام، أو محدودية الطاقة التكريرية، أو ارتفاع علاوة المخاطر وزيادة تكلفة الشحن والتأمين. فعلى سبيل المثال، سجلت هوامش التكرير

مستويات قياسية في منطقة حوض المحيط الأطلسي خلال أغسطس 2026 مدفوعة بالارتفاع الحاد في هوامش أرباح الديزل. وفي جنوب أوروبا وصل هامش الديزل إلى 104.08 دولار للبرميل في مطلع شهر سبتمبر 2026، وهي المرة الأولى التي تتجاوز فيها هوامش الديزل الأوروبية حاجز 100 دولار للبرميل. كما سجل هامش تكرير الديزل منخفض الكبريت في سنغافورة، مقارنة بعقود خام دبي، مستوى قياسي بلغ 83.02 دولار للبرميل في 16 سبتمبر 2026.

وتجدُر الإشارة إلى أن أسواق الديزل مترابطة عبر التجارة البحرية العالمية، ولكنها لا تتمتع بالمرونة نفسها في جميع المناطق، فقد تكون منطقة ما مكتفية نسبياً من إنتاج الديزل، لكنها تعتمد على واردات أنواع معينة منخفضة الكبريت أو على شحنات من مناطق أخرى لتغطية احتياجاتها الموسمية، وقد يؤدي نقص الإمدادات في آسيا إلى جذب شحنات كانت موجهة إلى أوروبا، أو يؤدي ارتفاع الأسعار في الولايات المتحدة الأمريكية إلى تحويل المنتجات إلى أسواق خارجية، فتتغير خريطة التجارة حتى من دون تغير مماثل في حجم الإنتاج العالمي، مما يعني أن أزمة الديزل الحالية لا تقتصر على نقص الكميات المتاحة في الأسواق العالمية، بل تمتد لتشمل اختلالات في توزيع الإمدادات، وارتفاع تكاليف نقلها وتأمينها، وتأخر وصولها إلى الأسواق المستهلكة.

- **مضيق هرمز وصدمة تدفقات المنتجات النفطية من دول الشرق الأوسط**

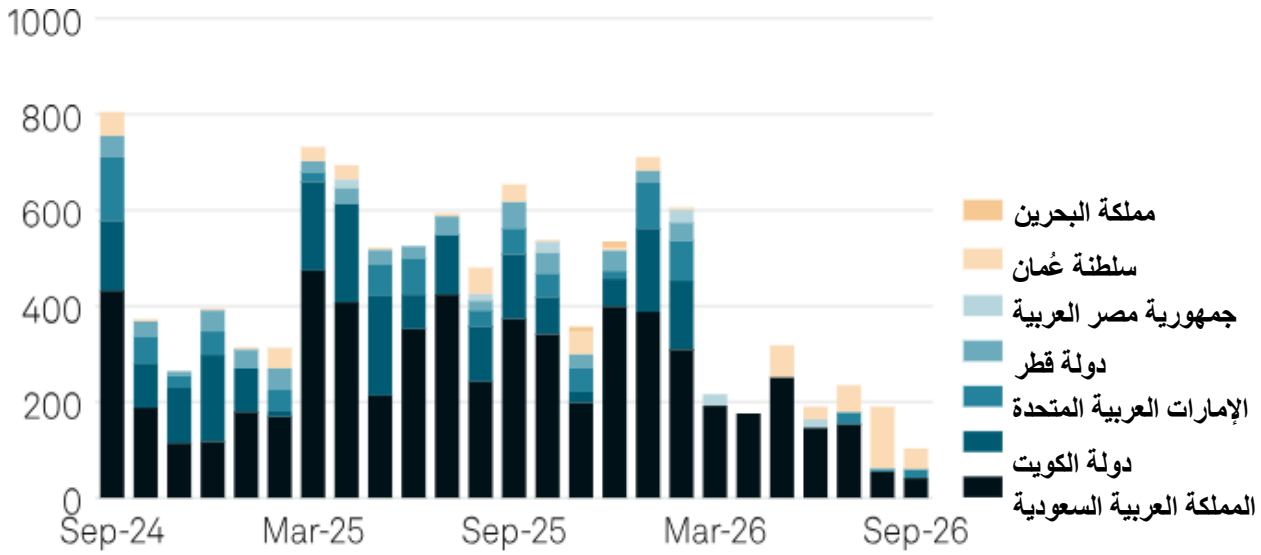
بدأت أزمة الديزل الحالية مع بدء التوترات الجيوسياسية في منطقة الشرق الأوسط في نهاية شهر فبراير 2026، وما تبعها من اضطراب في حركة الملاحة البحرية في مضيق هرمز الذي كانت تمُر عبره نحو 20% من تجارة النفط العالمية المنقولة بحراً، حيث اضطر المنتجين والمشترين إلى تغيير مسارات الناقلات وإعادة تقييم الموانئ التي يمكن استخدامها، ما أدى إلى تأخر وصول الشحنات بسبب زيادة زمن الرحلات، وزيادة تكاليف النقل والتأمين في ظل تراجع استعداد بعض مالكي السفن عن العمل في المناطق عالية المخاطر. وتكتسب هذه الزيادة في التكاليف أهمية خاصة بالنسبة إلى المنتجات النفطية، التي تتنافس فيها المصافي والتجار على هوامش تجارية قد تتقلص بصورة كبيرة إذا ارتفعت أجور الشحن بالقدر نفسه الذي ترتفع به الأسعار النهائية.

وقد ساهمت خطوط الأنابيب البديلة في تخفيف جزء من الضغط على صادرات النفط الخام، لكنها لا تستطيع تعويض جميع التدفقات المتأثرة، كما أنها لا توفر بديلاً مباشراً مكافئاً لجميع صادرات

الديزل والمنتجات النفطية المكررة، حيث إن القدرة على نقل النفط الخام عبر مسار بري لا تعني تلقائياً إمكان نقل المنتجات النفطية بالكميات نفسها، لأن ذلك يعتمد على مواقع مصافي التكرير وموانئ التصدير وشبكات التخزين. ولهذا السبب، تعافت صادرات النفط الخام من بعض دول المنطقة بشكل جزئي، في حين ظلت صادرات المنتجات النفطية أكثر تضرراً. فعلى سبيل المثال، تظهر بيانات وكالة الطاقة الدولية ارتفاع إجمالي صادرات النفط من دول الخليج العربي إلى نحو 13 مليون ب/ي في شهر أغسطس 2026، أي ما يقارب نصف مستويات ما قبل التوترات الجيوسياسية، بدعم من تراجع خسائر صادرات النفط الخام إلى أقل من 45%. وفي المقابل، ظلت صادرات المنتجات النفطية وغاز البترول المسال أقل بنحو 60%، أو ما يعادل 3.7 مليون ب/ي مقارنة بشهر فبراير الماضي.

ومن جانب أخر، تشير بيانات منصة "S&P Global" إلى انخفاض صادرات الديزل من دول الشرق الأوسط إلى أوروبا خلال سبتمبر 2026 إلى نحو 110 ألف ب/ي، وهو أدنى مستوى لها منذ فبراير 2020. وفي المقابل، سجلت صادرات سلطنة عُمان مستويات مرتفعة مستفيدة من موقع موانئها الواقعة خارج مضيق هرمز، حيث بلغ متوسطها نحو 130 ألف ب/ي في شهر أغسطس، وهو مستوى قياسي جديد، كما يوضح الشكل التالي.

صادرات الديزل من دول الشرق الأوسط إلى أوروبا
خلال الفترة (سبتمبر 2024 – سبتمبر 2026)، ألف ب/ي



المصدر: S&P Global Commodities at Sea.

- **تداعيات التوترات الجيوسياسية في شرق أوروبا وتراجع الإمدادات الروسية**

يمثل تراجع إمدادات روسيا من المنتجات النفطية عاملاً بالغ الأهمية في أزمة الديزل الحالية، حيث تُعد روسيا ثاني أكبر مصدر عالمي للديزل، بعد الولايات المتحدة الأمريكية، وبلغ متوسط صادراتها من الديزل وزيت الغاز نحو 817 ألف ب/ي خلال عام 2025، قبل أن يتراجع بشكل حاد ليصل إلى نحو 80 ألف ب/ي فقط خلال عام 2026 بفعل الهجمات التي استهدفت مصافي التكرير وقيود التصدير التي تم فرضها لتلبية الطلب المحلي واحتواء ارتفاع أسعار الوقود. وتجدُر الإشارة إلى أن إمدادات روسيا من المنتجات النفطية كانت تؤدي دوراً هاماً في تغذية الأسواق الأوروبية، وإن تغيرت وجهات الشحنات بعد العقوبات التي أعقبت الأزمة الروسية الأوكرانية، واتجهت إلى الأسواق الآسيوية، ولا سيما الصين والهند.

ولا تقتصر تداعيات تراجع الإمدادات الروسية على انخفاض الكميات المتاحة في الأسواق، بل تمتد إلى إعادة توجيه التدفقات التجارية وزيادة المنافسة بين الدول المستوردة على الشحنات البديلة، حيث تراجعت شحنات الديزل وزيت الغاز الروسية المتجهة إلى منطقة البحر المتوسط، وبالتحديد إلى تركيا في شهر يونيو 2026، بنسبة 43.9% على أساس سنوي، لتصل إلى نحو 175 ألف ب/ي فقط، في ظل تصاعد استهداف المصافي الروسية. وفي المقابل، أظهرت بيانات الشحن أن تركيا رفعت وارداتها من الديزل من الولايات المتحدة الأمريكية والهند إلى مستويات قياسية في أغسطس 2026، في إطار مساعيها لتعويض تراجع الإمدادات الروسية وتنويع مصادر التوريد، وهو ما يعكس التحولات التي تشهدها تجارة الديزل واستمرار الضغوط على الأسواق الإقليمية.

كما انخفضت شحنات الديزل الروسي إلى الموانئ الأفريقية في يوليو 2026 بنسبة تزيد عن 66% على أساس شهري، لتصل إلى نحو 110 ألف ب/ي، على خلفية قرار روسيا بحظر تصدير الديزل الذي دخل حيز التنفيذ في التاسع من نفس الشهر. في حين، اتجهت روسيا إلى زيادة صادرات الديزل إلى دول آسيا الوسطى، منغوليا وقيرغيزستان وطاجيكستان وكازاخستان، مستفيدة من الاستثناءات الممنوحة للدول التي تربطها بها اتفاقيات حكومية، حيث بلغ إجمالي الصادرات إلى هذه الدول نحو 88 ألف ب/ي في شهر أغسطس، بزيادة تصل إلى الضعف تقريباً مقارنة بالشهر السابق.

- **الصين وتراجع مرونة صادرات المنتجات النفطية**

تُعد الصين أحد المصادر الرئيسية للديزل إلى الأسواق الآسيوية، وقد تسببت القيود التي فرضتها الصين على صادرات المنتجات النفطية منذ منتصف مارس 2026 في الحد من الكميات المتاحة للأسواق الخارجية، بهدف إعطاء الأولوية لتأمين الإمدادات المحلية في ظل اضطراب تدفقات النفط من الشرق الأوسط، حيث . ألزمت الحكومة الصينية شركات التكرير بإعطاء الأولوية لتلبية الطلب المحلي بدلاً من الاعتبارات الاقتصادية. ومع تحسن الإمدادات وتراجع القيود تدريجياً اعتباراً من منتصف يوليو 2026، بدأت صادرات الصين من المنتجات النفطية في التعافي، لترتفع صادرات الديزل خلال شهر أغسطس بنسبة 42.1% على أساس سنوي، لتصل إلى نحو 1.33 مليون طن، وهو أعلى مستوى شهري لها منذ مارس 2024. كما ارتفعت صادرات وقود الطائرات بنسبة 41.4% على أساس سنوي لتصل إلى مستوى قياسي جديد بلغ نحو 2.55 مليون طن.

يعكس هذا التعافي قدرة الصين على توفير كميات إضافية من الديزل للأسواق الخارجية، غير أن حجم هذه المساهمة يظل مرتبطاً بقرارات الحكومة الصينية بشأن حصص التصدير، حيث تعتمد الصين نهجاً حذراً يوازن بين الاستفادة من ارتفاع هوامش التكرير في الأسواق الرئيسية وضمان توافر الوقود محلياً. وفي هذا السياق، بدأت الصين عطلة "الأسبوع الذهبي" التي استمرت خلال الأسبوع الأول من أكتوبر 2026، دون منح شركات التكرير التابعة لها موافقة على تصدير منتجات الوقود إلى مناطق أخرى غير هونغ كونغ وماكاو، بسبب ارتفاع الطلب المحلي. يأتي ذلك قبل استئناف صادرات المنتجات النفطية، مع اعتماد كميات تصديرية تصل إلى نحو 3.7 مليون طن من الديزل والغازولين ووقود الطائرات، الأمر الذي يشير إلى استمرار إدارة الصين للصادرات بصورة انتقائية بدلاً من فتحها دون قيود.

وعلى وقع تلك المعطيات، تُعد اقتصادات الدول الآسيوية ذات الدخل المنخفض هي الأكثر عرضة للتضرر، حيث تواجه صعوبة كبيرة في تحمل تكاليف شحنات بديلة عند فرض الصين قيود على صادراتها، في ظل التنافس على الإمدادات المتاحة مع اقتصادات أخرى قادرة على دفع أسعار أعلى، مثل الأسواق الأوروبية، مما يرفع تكلفة الاستيراد، وقد يؤدي إلى تأجيل الشحنات أو زيادة الاعتماد على المخزونات، أو إلى خفض الاستهلاك الصناعي في بعض تلك الدول.

- **محدودية استجابة مصافي التكرير في بعض الأسواق الرئيسية**

تواجه مصافي التكرير في عدد من الأسواق الرئيسية صعوبات في زيادة إنتاج المشتقات النفطية بالقدر الكافي لتلبية الطلب وتعويض نقص الإمدادات، رغم ارتفاع هوامش التكرير إلى مستويات قياسية. وقد شهد معدل معالجة النفط الخام في مصافي التكرير العالمية انخفاضاً حاداً في شهر مارس 2026 بلغ نحو 5 مليون ب/ي، وهو أكبر تراجع شهري منذ أبريل 2020، ليصل إلى نحو 77.1 مليون ب/ي، وفقاً لتقديرات منظمة أوبك. وتعافى معدل نشاط المصافي تدريجياً بعد ذلك، ليصل إلى ذروته الموسمية خلال أغسطس 2026 بلغ حوالي 81.4 مليون ب/ي، بزيادة شهرية قدرها 960 ألف ب/ي، لكنه ظل أقل بنحو 4.2 مليون ب/ي على أساس سنوي، وفقاً لوكالة الطاقة الدولية، ما يشير إلى استمرار القيود التي تواجه المصافي مع اضطراب الإمدادات والأضرار التشغيلية ونقص توافر الخامات. كما يوضح أن ارتفاع هوامش التكرير لا يكفي وحده لإعادة الإنتاج إلى مستويات ما قبل الأزمة، ولكنه يتطلب أيضاً توافر الطاقة التشغيلية والمواد الأولية والبنية التحتية للنقل.

ولا تقتصر محدودية استجابة المصافي على انخفاض كميات النفط الخام المتاحة للتكرير فقط، بل ترتبط أيضاً بالتفاوت في القدرات الفنية والتشغيلية، حيث يتوقف إنتاج المشتقات النفطية – مثل الديزل منخفض الكبريت ووقود الطائرات، على نوعية النفط الخام المستخدم، ومستوى تعقيد المصفاة، وتوافر وحدات المعالجة الهيدروجينية وإزالة الكبريت، فضلاً عن مرونة تغيير مزيج المنتجات.

وتشكل أعمال الصيانة الدورية عاملاً إضافياً لمحدودية الاستجابة، لا سيما في ظل حاجة المصافي إلى إيقاف بعض الوحدات بصورة منتظمة لإجراء أعمال الفحص والإصلاح، وقد تضطر إلى تمديد فترات التوقف. وفي هذا السياق، قامت مصافي التكرير في الولايات المتحدة وأوروبا والهند بتأجيل أو تقليص أعمال الصيانة الدورية، لتقترب من طاقتها الإنتاجية القصوى، حيث وصل معدل تشغيلها في الولايات المتحدة إلى 98% خلال الأسبوع الأخير من أغسطس 2026، ليرتفع متوسط إنتاج نواتج التقطير التي تشمل الديزل خلال الفترة (يناير – أغسطس) إلى نحو 5.1 مليون ب/ي، وهو أعلى مستوى منذ عام 2019. ورغم أن تأجيل أو تقليص أعمال الصيانة ساهم في دعم الإمدادات على المدى القصير، لكنه قد يحد من مرونة المصافي لاحقاً، لا سيما خلال الربع الأخير من العام، سواء بسبب الحاجة إلى تنفيذ أعمال الصيانة المؤجلة، أو أي اضطرابات إضافية في الإمدادات.

- **المخزونات النفطية عند أدنى مستوياتها في عدة أعوام**

تُعد المخزونات النفطية أحد المؤشرات الرئيسية التي تعكس قدرة الأسواق على امتصاص صدمات الإمدادات ومواجهة الاختلالات المؤقتة بين العرض والطلب، وتكتسب أهمية مضاعفة في ظل أزمة الديزل الحالية مع تراجع إمدادات المنتجات النفطية، وارتفاع تكاليف الشحن وإعادة توجيه التجارة العالمية، إلا أن استمرار السحب منها يقلص هامش الأمان المتاح أمام الأسواق الإقليمية. كما أن فاعليتها تعتمد على نوع المنتجات النفطية المخزنة، ومواقعها الجغرافية، وسرعة طرحها، وقدرة الموانئ وشبكات التوزيع على إيصالها إلى الأسواق التي تعاني من النقص. وقد شهدت مخزونات النفط العالمية انخفاضاً حاداً إضافياً بلغ 95 مليون برميل في شهر أغسطس، ليصل إجمالي السحب التراكمي منذ فبراير الماضي إلى 507 مليون برميل.

وتبرز الولايات المتحدة كمثال واضح على الضغوط التي تتعرض لها مخزونات الديزل، حيث كان لنقص الإمدادات من دول الشرق الأوسط وروسيا، وارتفاع صادراتها من المنتجات النفطية، دوراً رئيسياً في انخفاض مخزوناتها من نواتج التقطير التي تشمل الديزل وزيت التدفئة خلال الأسبوع الثالث من مايو 2026 لتصل إلى أدنى مستوى لها منذ مايو 2003 بلغ نحو 100.8 مليون ب/ي، قبل أن ترتفع بعد ذلك، وتصل إلى نحو 105.1 مليون ب/ي في بداية شهر أكتوبر، إلا إنها ما زالت أقل بنسبة 12% عن متوسط الأعوام الخمسة للفترة نفسها. وفي أوروبا، أدى تراجع إمدادات الديزل من الشرق الأوسط وروسيا إلى زيادة الاعتماد على الواردات من الولايات المتحدة، حيث فقدت أوروبا نحو 25% من إمداداتها من الديزل ووقود الطائرات، وانخفضت مخزونات الوقود في مركز تجارة النفط بشمال غرب أوروبا إلى أدنى مستوياتها منذ 12 عام، وتراجعت المخزونات التجارية في مركز "Amsterdam-Rotterdam-Antwerp" إلى دون متوسطها في الأعوام الخمسة الماضية.

وفي ضوء هذه التطورات، تمثل السحوبات من المخزونات الاستراتيجية والتجارية أداة مهمة للتخفيف من حدة أزمة الديزل الحالية، لكنها لا توفر بديلاً مستداماً، حيث إن الاعتماد المتواصل على المخزونات يقلص الاحتياطيات المتاحة لمواجهة أزمات لاحقة، ويجعل إعادة بنائها تحدياً إضافياً بمجرد انحسار الاضطرابات. ويذكر أن الدول الأعضاء في وكالة الطاقة الدولية قد قامت بطرح نحو 325 مليون برميل من النفط في إطار مبادرة العمل الجماعي المقررة لشهر مارس 2026.

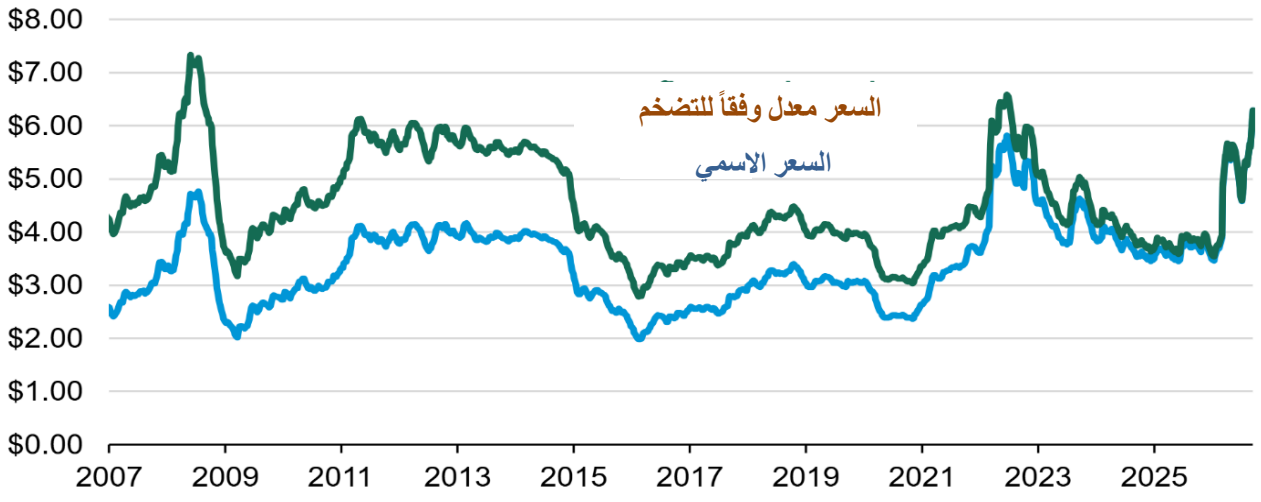
- **ارتفاع أسعار الديزل إلى مستويات قياسية واتساع الفارق مع أسعار النفط الخام**

تُعد أسعار الديزل من أبرز المؤشرات على حدة الأزمة الحالية، لكن تقييمها يتطلب التمييز بين السعر المرجعي للمنتج في الأسواق العالمية، وسعر الجملة، وسعر التجزئة الذي يتأثر بالضرائب والرسوم وتكاليف النقل والتخزين وتكاليف التوزيع، فضلاً عن الدعم الحكومي وأسعار الصرف. ومن ثم، فإن ارتفاع سعر الديزل المرجعي في السوق العالمي لا ينعكس بالنسبة نفسها في جميع الدول.

وقد سجلت أسعار الديزل ارتفاعات حادة في عدد من الأسواق الإقليمية، لتصل إلى مستويات قياسية في ظل تراجع الإمدادات، وانخفاض المخزونات، واشتداد المنافسة على الشحنات البديلة. ففي أوروبا، ارتفع سعر الديزل منخفض الكبريت بتركيز 10 أجزاء في المليون في منطقة شمال غرب أوروبا إلى 1642.3 دولار للطن في الخامس عشر من سبتمبر 2026، وهو أعلى مستوى منذ بدء التسجيل في عام 2007، كما ارتفع إلى نحو 1664.8 دولار للطن في منطقة البحر المتوسط.

وفي الولايات المتحدة، ارتفع متوسط أسعار التجزئة للديزل إلى 6.29 دولار للجالون في الرابع عشر من سبتمبر 2026، وهو أعلى مستوى له منذ عام 2022، عند تعديل السعر لمراعاة معدل التضخم، كما يمثل أعلى مستوى مسجل من حيث الأسعار الاسمية منذ أن بدأت إدارة معلومات الطاقة الأمريكية في نشر هذه السلسلة من البيانات عام 1994، كما يوضح الشكل التالي:

المتوسط الأسبوعي لأسعار التجزئة للديزل في الولايات المتحدة الأمريكية
خلال الفترة (1 يناير 2007 – 14 سبتمبر 2026)، دولار للجالون



المصدر: U.S. Energy Information Administration.

ويؤدي اتساع الفارق بين أسعار الديزل وأسعار النفط الخام في ظل الأزمة الحالية إلى تفاقم الضغوط السعرية، حيث ارتفعت أسعار الديزل بوتيرة تفوق الزيادة في أسعار النفط الخام، تزامناً مع زيادة المنافسة بين الأسواق المستوردة للحصول على الشحنات المتاحة. وبناء عليه، فإن استمرار اتساع هذا الفارق قد يرفع تكاليف النقل البري والبحري والسكك الحديدية، ويزيد أعباء قطاعات الزراعة والصناعة، بما قد ينعكس تدريجياً على أسعار السلع والخدمات ويعزز الضغوط التضخمية، لا سيما في الاقتصادات التي تعتمد بدرجة كبيرة على استيراد الديزل.

- **انتقال أزمة الديزل إلى تكاليف الإنتاج والتجارة والتضخم**

يُعد الديزل إحدى القنوات الرئيسية التي تنتقل عبرها صدمات الطاقة إلى التضخم العام، نظراً إلى استخدامه في النقل البري والبحري والزراعة والتعدين والصناعة والخدمات اللوجستية. فارتفاع أسعاره يؤدي إلى زيادة تكاليف نقل المواد الخام والسلع النهائية، وقد يتم تمرير هذه الزيادة إلى المستهلكين، كما يختلف حجم الانتقال إلى الأسعار النهائية بحسب طبيعة القطاع. ففي قطاع النقل، ارتفع متوسط سعر الديزل على الطرق في الولايات المتحدة الأمريكية إلى 6.29 دولار للجالون في سبتمبر 2026، مقارنة بحوالي 3.75 في سبتمبر 2025، أي بزيادة نسبتها 67.8%، وهو ما يعني أن الشاحنة التي تستهلك 100 جالون يومياً تتحمل زيادة تقديرية تبلغ 254 دولار، مع افتراض ثبات الاستهلاك وعدم تغير أسعار الوقود.

وفي القطاع الزراعي، تزامنت أزمة الديزل مع مواسم تتطلب كثافة في استخدام الآلات. ويقدم موسم الحصاد في الولايات المتحدة الأمريكية مثالاً عملياً على حجم تأثير ارتفاع أسعار الديزل، حيث تشير التقديرات إلى أن تزويد حصادة واحدة بالديزل يتطلب إنفاق حوالي 1500 دولار يومياً، أي ضعف ما مستوى الانفاق في العام السابق، مع الأخذ في الاعتبار بأنه لا يمكن تأجيل الحصاد إلى حين انخفاض أسعار الوقود، ما يضطر المزارعين إلى تحمل تكلفة إضافية أو تقليص نفقات أخرى، وقد يضغط على هوامش أرباحهم ويرفع تكلفة إنتاج المحاصيل، وينتقل إلى عمليات نقل المحاصيل وتجفيفها وتخزينها، ومن ثم ترتفع أسعار الحبوب والأعلاف والمنتجات الغذائية.

أما في قطاع الصناعة، فتظهر آثار الأزمة من خلال ارتفاع تكلفة نقل المواد الخام والمنتجات الوسيطة والسلع النهائية. فعلى سبيل المثال، أعلنت شركة الشحن "Maersk " في 8 أكتوبر 2026،

رفع رسوم الوقود الطارئة المطبقة على النقل البري الداخلي في المملكة المتحدة وأيرلندا إلى 20% اعتباراً من 12 أكتوبر، في استجابة لارتفاع تكاليف الوقود والمخاوف المرتبطة باضطرابات الإمدادات من منطقة الشرق الأوسط، الأمر الذي يعكس انتقال أثر أزمة الديزل من سوق الطاقة إلى عقود النقل والتوزيع، بما قد يرفع تكلفة وصول السلع إلى المصانع والمخازن والمتاجر.

وتبرز تداعيات أزمة الديزل بشكل أكبر في الدول التي تعتمد على استيراد معظم احتياجاتها، حيث لا تقتصر المخاطر على ارتفاع الأسعار، بل تشمل أيضاً تأخر الشحنات وصعوبة نقل الوقود من الموانئ إلى مناطق الاستهلاك. حيث تسبب ارتفاع الأسعار والعقبات اللوجستية، بما في ذلك انخفاض منسوب مياه نهر الدانوب – وهو مسار رئيسي لواردات الوقود إلى أوكرانيا، في انخفاض وارداتها من الديزل إلى نحو 537 ألف طن في شهر سبتمبر 2026، أي بنسبة تراجع 9% على أساس شهري، وتوضح هذه الحالة أن توافر الوقود في الأسواق العالمية لا يضمن وصوله في الوقت المناسب إلى المستهلكين، وأن اضطرابات النقل والتخزين والتوزيع يمكن أن تضاعف أثر ارتفاع الأسعار. وبذلك، تتسع أزمة الديزل من صدمة في سوق الوقود إلى عامل يضغط على تكاليف الإنتاج والتجارة، ويهدد بزيادة أسعار السلع النهائية وإبطاء النشاط الاقتصادي.

ويؤثر ارتفاع أسعار الديزل كذلك في القدرة التنافسية للصادرات. فالشركات التي تنتج سلعاً ذات هوامش ربح منخفضة قد تجد صعوبة في تحمل زيادة تكلفة النقل، خاصة إذا كانت تنافس منتجين في دول تتمتع بإمدادات وقود أرخص أو بدعم حكومي أكبر. وقد يؤدي ذلك إلى تراجع حجم الصادرات أو انخفاض هوامش الأرباح أو تأجيل الاستثمارات. وفي الأسواق العالمية، يمكن أن تتغير تدفقات التجارة عندما تصبح تكلفة نقل السلع من بلد معين أعلى من تكلفة نقلها من مصدر بديل.

وتواجه البنوك المركزية معضلة في التعامل مع التضخم الناتج عن صدمات الوقود، حيث إن رفع أسعار الفائدة قد يساعد في احتواء آثار التضخم، لكنه لا يعالج نقص إمدادات الديزل. وفي المقابل، فإن تجاهل الأمر لفترة طويلة قد يؤدي إلى اتساع الضغوط التضخمية، لا سيما في حال انتقالها إلى الأجور والأسعار والخدمات. وفي هذا السياق، يذكر أن مجلس الاحتياط الفيدرالي الأمريكي قام برفع سعر الفائدة في شهر سبتمبر 2026 للمرة الأولى منذ أكثر من ثلاثة أعوام، وذلك للحد من تأثير ارتفاع أسعار الطاقة، والتحوط ضد التضخم الناشئ المدفوع بتنامي الطلب. كما تجدُر الإشارة إلى

دراسة صندوق النقد الدولي المعنونة "انتقال صدمات أسعار الوقود والغذاء إلى الأسواق المحلية" والصادرة في يوليو 2026، التي خلصت إلى أن الزيادة العالمية بمقدار دولار واحد في سعر الديزل ترتبط بزيادة تراكمية تبلغ نحو 0.80 دولار في السعر المحلي عند بلوغ الأثر ذروته، مع اختلاف النتائج بين الدول تبعاً لسياساتها وظروف أسواقها. وهذه النتيجة تعني أن أثر أزمة الديزل لا يظهر بالضرورة كاملاً في الأسعار المحلية فور وقوعها، بل يمكن أن يستمر انتقاله خلال الأشهر التالية. ومن النتائج المهمة التي توصلت إليها الدراسة وجود ما يُعرف بـ "أثر السقاطة - Ratchet Effect"، وهو مصطلح اقتصادي يُستخدم لوصف حالة ترتفع فيها الأسعار بسرعة عند زيادة التكاليف، لكنها تنخفض ببطء أو بدرجة أقل عندما تتراجع تلك التكاليف، ويعني ذلك أن تراجع أسعار الديزل في الأسواق العالمية لا يؤدي بالضرورة إلى انخفاض مماثل وسريع في أسعار الديزل المحلية، الأمر الذي قد يُبقي تكاليف الإنتاج والنقل والشحن مرتفعة.

- **الإجراءات والجهود الدولية للحد من أزمة الديزل**

تنامت الإجراءات والجهود الرامية إلى احتواء أزمة إمدادات الديزل والحد من انعكاساتها على أسعار الوقود والأنشطة الاقتصادية، في ظل استمرار اضطرابات أسواق الطاقة. وفي هذا الإطار، تبنت العديد من دول العالم حزم متنوعة من التدابير، جمعت بين السحب من المخزونات النفطية الاستراتيجية، وتخفيف الأعباء الضريبية والمالية، وتيسير نقل الوقود واستيراده، إلى جانب تعديل بعض القيود التنظيمية وتعزيز مرونة عمليات التكرير والتوزيع، بهدف دعم توافر الديزل في الأسواق المحلية والعالمية، والحد من انتقال ارتفاع تكاليف الطاقة إلى المستهلكين والقطاعات الاقتصادية، مع اختلاف نطاق التدخلات ومدتها وفقاً لظروف كل دولة وطبيعة التحديات التي تواجهها. وفيما يلي استعراض لأبرز هذه التدابير:

مجموعة السبع تدفع نحو استكمال السحب من المخزونات النفطية لمواجهة نقص الإمدادات

اتفق قادة مجموعة السبع "G7" في الثاني من أكتوبر 2026، على اتخاذ تدابير حاسمة ومنسقة لتحقيق الاستقرار في إمدادات الطاقة الفورية، وحماية الأسر والشركات من صدمات الأسعار، وتعزيز مرونة أنظمة الطاقة العالمية على المدى الطويل. وفي هذا السياق، سيتم تنسيق جداول الصيانة في مصافي التكرير التابعة لدول مجموعة السبع لمنع توقف القدرات الإنتاجية في آن واحد،

وزيادة معدلات التشغيل مؤقتاً، حيثما أمكن ذلك. وتشجيع التواصل مع الدول التي تمتلك قدرات تكرير كبيرة لتعزيز الإنتاج العالمي للمنتجات المكررة، ولا سيما الديزل، في ضوء الضغوط المستمرة التي تشهدها الأسواق. كما تم الاتفاق على إجراء طرح منسق من المخزونات النفطية يصل إلى نحو 100 مليون برميل، عبر وكالة الطاقة الدولية، بحيث يبدأ هذا الطرح بشكل فوري ويمتد لمدة أربعة أشهر، بما في ذلك طرح كميات كبيرة من الديزل خلال الأيام العشرين الأولى، من قبل أعضاء مجموعة السبع وشركائهم، فضلاً عن مناقشة إمكانية طرح كميات إضافية من الديزل إذا دعت الحاجة، والتأكيد على الالتزام بالامتناع عن فرض قيود على تصدير الطاقة ومنتجاتها بين دول مجموعة السبع، ودعوة جميع المنتجين إلى الامتناع عن فرض حظر قد يؤدي إلى تفاقم الاضطرابات الحالية في أسواق الطاقة العالمية. ودعت مجموعة السبع وكالة الطاقة الدولية إلى مراقبة تأثير هذه التدابير على أمن الطاقة واستقرار السوق، ومتابعة تنفيذ الالتزامات، وتقديم تقرير متابعة في غضون 20 يوماً يتضمن توصيات عملية لتعزيز الاستجابات المستقبلية، بما في ذلك إعادة تكوين المخزونات.

وقد أعرب الدول الأعضاء في وكالة الطاقة الدولية في 7 أكتوبر 2026، عن تأييد إعطاء الأولوية لطرح مخزونات الديزل – قدر الإمكان – نظراً لنقص الإمدادات التي تشهدها الأسواق حالياً. وأكدت على أنه تم طرح ما يقرب من 325 مليون برميل من النفط بموجب "إجراء العمل الجماعي" لشهر مارس 2026، حيث قامت بعض الدول بطرح كميات تفوق ما تعهدت به، ومن شأن الطرح الكامل لجميع الكميات المتبقية من المخزونات التي تم التعهد بها، ولم تُطرح بعد، ضمن هذا الإجراء، أن يزود الأسواق بنحو 100 مليون برميل إضافية. مع الإشارة إلى أن الدول الأعضاء في وكالة الطاقة الدولية لا تزال تمتلك مستويات كبيرة من مخزونات النفط الطارئة المملوكة للقطاع العام، تعادل نحو 1.1 مليار برميل، بما في ذلك أكثر من 200 مليون برميل من الديزل.

تخفيف مؤقت للقيود الأمريكية على الديزل الروسي

اصدر مكتب مراقبة الأصول الأجنبية التابع لوزارة الخزانة الأمريكية في التاسع من شهر أكتوبر 2026، ترخيص عام بإجراء معاملات محددة تتعلق بالديزل الروسي حتى 7 أبريل 2027، في خطوة تستهدف تعزيز المعروض من المنتجات النفطية وتخفيف الضغوط السعرية، حيث سمحت ببيعه وتسليمه وتفريغه واستيراده. ويشمل هذا الترخيص، الشحنات التي تدخل إلى الولايات المتحدة،

ويتيح تنفيذ المعاملات رغم القيود التي كانت ستنطبق عليها بموجب لوائح العقوبات المتعلقة بالأنشطة الروسية والمرتبطة بالتوترات الجيوسياسية في شرق أوروبا. وفي هذا السياق، صرح الرئيس الأمريكي بأنه تم الاتفاق مع روسيا على التوريد الفوري لأكثر من 300 ألف طن من الديزل الروسي إلى السوقين الأمريكية والعالمية، و500 ألف طن أخرى خلال نوفمبر 2026، ومليون طن بعد ذلك.

وتشير بعض التقديرات إلى أنه من غير المرجح أن يكون لهذا الترخيص تأثير ملموس على خفض أسعار الديزل في المدى القريب، نظراً لمحدودية قدرة روسيا على زيادة صادراتها التي تراوحت بين 100 إلى 150 ألف ب/ي من الديزل خلال الأشهر الأخيرة، إلا أن التأثير سيكون أكبر بكثير في استمرار الهدنة المعلنة من قبل الرئيس الأمريكي في 11 أكتوبر 2026، بشأن استهداف منشآت الطاقة بين أوكرانيا وروسيا، مما قد يتيح لروسيا إصلاح مصافيها النفطية وزيادة الإنتاج والصادرات، ولكنه سيستغرق عدة أشهر. ومن جانب أخر، يواجه الترخيص عقبات قانونية، حيث أصدرت مجموعة من ستة أعضاء في مجلس الشيوخ الأمريكي بياناً أكدت فيه أنه تم حظر واردات الطاقة الروسية بموجب قانون في عام 2022، وأن قرار الرئيس الأمريكي بالسماح باستيراد الديزل الروسي إلى الولايات المتحدة يتعارض بشكل مباشر مع ذلك القانون، وعليه سيظل الحظر سارياً لمدة 90 يوماً إضافية، ما لم يقم الكونجرس الأمريكي بإلغاء القانون الحالي أو استبداله.

الإعفاءات الضريبية الطارئة على وقود الديزل في الولايات المتحدة الأمريكية

أصدر الرئيس الأمريكي في الخامس من أكتوبر 2026، أمراً تنفيذياً بعنوان "الإعفاءات الضريبية الطارئة على وقود الديزل"، بهدف تخفيف الأعباء المالية الناجمة عن ارتفاع أسعار الوقود على المزارعين وشركات النقل البري والقطاعات المعتمدة على الديزل. ويتضمن الأمر التنفيذي دراسة إمكانية تأجيل الالتزامات الضريبية الفيدرالية المرتبطة بالديزل البالغة 24.4 سنت للغالون حتى 31 ديسمبر 2026، دون فرض فوائد أو غرامات، وفقاً للضوابط القانونية والإرشادات التنفيذية، مع بحث إسقاط المبالغ المؤجلة من خلال إجراءات تشريعية لاحقة. ويسمح هذا الأمر مؤقتاً باستخدام الديزل المصبوغ باللون الأحمر على الطرق السريعة – وهو مطابق تماماً للديزل العادي، لكنه معفى من الضرائب للمركبات غير المخصصة للطرق العامة والشاحنات الكبيرة – وتأجيل سداد الضريبة الفيدرالية المفروضة عليه خلال الفترة نفسها، بهدف إتاحة خيارات أقل تكلفة لمستخدمي الوقود.

وفي الولايات التي ستتبنى إجراء مماثل على مستوى الضرائب المحلية، قد تتجاوز قيمة التوفير 100 دولار لكل عملية تعبئة، وفقاً لتقديرات الإدارة الأمريكية. ورغم أن هذه التدابير قد تساعد على تخفيف تكاليف التشغيل ودعم الأنشطة الزراعية واللوجستية، فإن أثره يظل مؤقتاً.

تسهيل نقل شحنات الديزل داخل الولايات المتحدة الأمريكية

أعلنت وزارة النقل الأمريكية في 16 سبتمبر 2026 عن منح إعفاء مؤقت لمدة 90 يوماً من القيود التنظيمية المفروضة على ساعات القيادة لشاحنات نقل الوقود، بهدف تسهيل نقل الغازولين ووقود الديزل وتسريع وصولهما إلى الأسواق المحلية. ويسمح الإعفاء للسائقين بالقيادة لمدة تصل إلى 16 ساعة خلال فترة 24 ساعة، بدلاً من الحدود المعتادة، مع استمرار الالتزام بمتطلبات السلامة وفترات الراحة المحددة. ويستهدف هذا الإجراء زيادة مرونة عمليات النقل والتوزيع، والحد من الاختناقات اللوجستية التي قد تؤخر وصول شحنات الوقود إلى محطات التوزيع، بما يسهم في تخفيف الضغوط على الإمدادات والأسعار، فضلاً عن مساندة قطاعات النقل البري والزراعة وغيرها من الأنشطة الاقتصادية المعتمدة على الديزل. ومع ذلك، فإن الإعفاء يُعد تدبيراً تنظيمياً مؤقتاً لتحسين كفاءة توزيع الوقود، ولا يعني بالضرورة زيادة إنتاج الديزل أو معالجة أسباب ارتفاع أسعاره، حيث يظل تأثيره مرتبطاً بتوافر الإمدادات وقدرة شبكات النقل والتوزيع على تلبية الطلب.

التوسع في طاقة التكرير المحلية الأمريكية

في إطار السعي لتجاوز اللوائح المحلية والفيدرالية التي تعيق إنتاج الطاقة، أعلنت الإدارة الأمريكية في 13 أكتوبر 2026 عن التوجه لاستخدام "قانون الإنتاج الدفاعي" في توسيع القدرة التكريرية لمصفاة "Delek" في ولاية تكساس، التي تبلغ طاقتها الإنتاجية الحالية نحو 74 ألف ب/ي، بهدف زيادة إنتاج الوقود المخصص للاستخدام التجاري والعسكري، بما يدعم توافر المنتجات النفطية في السوق الأمريكية. هذا وقد يستغرق تنفيذ مشروعات التوسع فترة زمنية طويلة، ولذلك يُتوقع أن يكون أثرها محدوداً على المدى القصير.

تأجيل عمليات الصيانة الموسمية لخريف عام 2026 في المصافي الأمريكية

بدأت بعض المصافي الأمريكية في تأجيل عمليات الصيانة الموسمية لخريف عام 2026، بهدف الاستفادة من هوامش التكرير المرتفعة، حيث يقل حجم التوقفات المخطط لها في العمليات بنحو 140 ألف ب/ي عن التوقعات قبل بدء التوترات الجيوسياسية في الشرق الأوسط، ووفقاً لبيانات شركة "Industrial Info Resources"، في حين ترتفع توقعات خريف عام 2027 بنحو 283 ألف ب/ي، مما قد يدعم الإمدادات على المدى القصير، لكنه ينقل جزءاً من ضغوط الإنتاج إلى عام 2027.

تدابير ضريبية ومالية أوروبية لاحتواء ارتفاع أسعار الديزل

خفضت ألمانيا الضرائب المفروضة على الديزل بمقدار 17 سنت للتر الواحد – شاملة ضريبة القيمة المضافة – بدءاً من 1 أكتوبر 2026. وتُقدر التكلفة المالية لهذا الإجراء بنحو 2.5 مليار يورو، حيث تدرس وزارة المالية إمكانية تغطية جزء من هذه التكلفة من خلال فرض ضرائب على الأرباح الفائضة في قطاع الطاقة. وخصصت فرنسا 450 مليون يورو لتقديم منح وقود بقيمة 100 يورو للعمال الذين يقطعون مسافات طويلة، بالإضافة إلى قسائم طاقة لنحو 5.5 مليون أسرة من الفئات الأكثر احتياجاً، وتقديم دعم بقيمة 15 سنت للتر الديزل المستخدم من قبل المزارعين. وفي اليونان، تم رفع الدعم الحكومي على الديزل المخصص للمركبات من 10 سنت إلى 15 سنت للتر خلال الفترة من 1 إلى 15 أكتوبر 2026، ومع إضافة الخصومات التي تقدمها المصافي، يصل إجمالي الخفض في سعر البيع عند المضخة إلى 20 سنت للتر. وستقدم المجر للسائقين دعماً قدره 60 يورو شهرياً حتى نهاية العام لتعويض ارتفاع أسعار الوقود، يشمل مالكي نحو 1 مليون مركبة تعمل بالديزل.

وعلى مستوى الاتحاد الأوروبي، عززت المفوضية الأوروبية التنسيق بين الدول الأعضاء من خلال فرق العمل المعنية بأمن الطاقة ومجموعات تنسيق النفط، لمتابعة توافر الديزل ومستويات الأسعار وتبادل المعلومات بشأن التدابير الوطنية. وقد أكدت مجموعة تنسيق شؤون النفط على استقرار إمدادات الاتحاد الأوروبي، وإن كانت بأسعار مرتفعة للديزل ووقود الطائرات، مما يعكس حالة شح الإمدادات في السوق العالمية. وتدرس دول الاتحاد الأوروبي اتخاذ تدابير مؤقتة وموجهة، تشمل تخفيض الضرائب وتقديم المساعدات للفئات الأكثر تضرراً، مع التشديد على أهمية تجنب إجراءات واسعة قد تزيد الطلب على الوقود أو تفرض أعباء مالية كبيرة على الموازنات العامة.

الصين تحدد سقفاً للزيادة في أسعار الديزل المحلية

أعلنت اللجنة الوطنية للتنمية والإصلاح في الصين، في الرابع والعشرين من سبتمبر 2026، عن رفع أسعار بيع الديزل بالتجزئة تماشياً مع ارتفاع أسعار النفط العالمية، ولكنها ستضع سقفاً لهذه الزيادة للتخفيف من وطأة تأثيرها على السوق المحلية. وتُعد هذه المرة الرابعة التي تحد فيها الصين من حجم الزيادات منذ بدء التوترات الجيوسياسية في منطقة الشرق الأوسط. وفي هذا السياق، سترتفع أسعار بيع الديزل بمقدار 385 يوان للطن، اعتباراً من 25 سبتمبر، بدلاً من 800 يوان للطن، كما كان مفترض بموجب آلية التسعير المعتمدة في الصين.

تعديلات ضريبية وتنظيمية في الهند بشأن صادرات الديزل وتوزيعه في السوق المحلية

أعلنت الهند خفض الضريبة الاستثنائية على صادرات الديزل من 20 إلى 16 روبية للتر، اعتباراً من الأول من أكتوبر 2026، ويعكس ذلك الإجراء محاولة للموازنة بين تنظيم صادرات المنتجات النفطية واستمرار نشاط المصافي، مع مراعاة احتياجات السوق المحلية. وتجدُر الإشارة إلى أن الهند فرضت في شهر يونيو الماضي، ضوابط لإبقاء أسعار الوقود ثابتة في محطات الوقود، بما في وضع حد أقصى قدره 200 لتر من الديزل لكل عميل/مركبة يومياً في منافذ البيع بالتجزئة، مع إلزام القطاعات الصناعية والمؤسسية والتجارية بعدم شراء الوقود من منافذ البيع بالتجزئة، وتم إلغاء هذه القيود اعتباراً من الأول من يوليو، بعد تحسن أوضاع الإمدادات.

تخفيضات جمركية ودعم موجه للديزل في عدد من الدول الآسيوية

اتخذت اليابان عدة إجراءات للحد من تداعيات ارتفاع أسعار الديزل والمنتجات النفطية، أبرزها مواصلة تقديم الدعم الحكومي لأسعار الوقود. ووفقاً لوكالة الموارد الطبيعية والطاقة اليابانية، بلغ الدعم المقرر للديزل 42.4 ين للتر اعتباراً من 8 أكتوبر 2026، ضمن برنامج يهدف إلى الحد من انتقال ارتفاع أسعار النفط الخام إلى المستهلكين وتخفيف الأعباء على قطاعات النقل والصناعة. وأعلنت فيتنام في الأول من أكتوبر 2026، تم تمديد العمل بتخفيضات الرسوم الجمركية على الواردات من الغازولين والديزل وزيت الوقود ووقود الطائرات والمواد الخام الرئيسية للمصافي حتى 31 ديسمبر 2026، وتشمل خفض الرسوم التفضيلية على واردات الغازولين من 10% إلى 0%،

في حين ستظل الرسوم على الديزل وزيت الوقود والكيروسين ووقود الطائرات عند مستوى 0% بدلاً من 7%، كما تم خفض الرسوم على المواد الخام البتروكيماوية إلى الصفر. واصلت ماليزيا تطبيق نظام الدعم الموجه للديزل، حيث بلغ السعر المدعوم للمستفيدين المؤهلين 2.10 رينجيت للتر، مقارنة بسعر غير مدعوم بلغ 5.27 رينجيت للتر خلال الفترة من 1 إلى 7 أكتوبر، كما دعت إلى ترشيد استهلاك الوقود وتحسين كفاءة التنقل.

تخفيف متطلبات المخزون والمواصفات الفنية لتعزيز إمدادات الوقود في أستراليا

أعلنت استراليا في 19 سبتمبر 2026، تمديد الخفض المؤقت لمتطلبات الحد الأدنى لمخزونات الغازولين والديزل حتى 31 يناير 2027. ويسمح هذا الإجراء للموردين بالاحتفاظ بمخزونات تقل بنسبة 20% عن المستوى الأساسي، شريطة الالتزام بتوفير كميات أكبر للسوق المحلية وإعطاء الأولوية للإمدادات الموجهة إلى المناطق الإقليمية، بهدف زيادة مرونة الموردين في تلبية الطلب، ولا سيما خلال موسم الحصاد والعطلات الصيفية. كما مددت الحكومة الاسترالية في 30 سبتمبر، العمل مؤقتاً بتخفيف بعض المواصفات الفنية للديزل حتى 30 يونيو 2027، مما يمنح الموردين مرونة أكبر في استيراد الديزل، ويساعد على تخفيف قيود الإمدادات.

- **انعكاسات أزمة الديزل على الدول العربية**

تتباين انعكاسات أزمة الديزل على الدول العربية، حيث تواجه بعض الدول المنتجة قيوداً على تصدير النفط نتيجة اضطرابات مسارات الشحن الرئيسية أو تراجع معدلات تشغيل مصافي التكرير وسط استمرار التوترات الجيوسياسية في منطقة الشرق الأوسط. وفي هذا السياق، يمثل اضطراب حركة الملاحة البحرية عبر مضيق هرمز تحدياً مزدوجاً لتلك الدول. فمن جانب، تتأثر صادراتها النفطية وتزداد تكلفة نقلها إلى الأسواق العالمية. ومن جانب أخر، ترتفع أهمية توافر الوقود محلياً لتشغيل القطاعات المختلفة مثل النقل والصناعة والخدمات. وتختلف درجة التأثر بين دولة وأخرى بحسب موقع منشآتها التصديرية، وقدراتها على استخدام خطوط الأنابيب أو الموانئ البديلة، وحجم الطاقة التكريرية، ومدى اعتماد صادراتها على المرور عبر المضيق.

في حين تواجه الدول العربية المستوردة، ارتفاعاً ملحوظاً في تكاليف فاتورة واردات الديزل، وضغوطاً متزايدة على الموازنات العامة، لا سيما إذا كانت أسعار الديزل المحلية مدعومة. وفي حال استمرار أزمة الديزل الحالية لفترة طويلة، فقد تحتاج تلك الدول إلى إعادة تقييم برامج الدعم، أو زيادة مخصصات الاستيراد، أو اعتماد آليات تستهدف الفئات الأكثر تأثراً.

وستكون تداعيات الأزمة واضحة بشكل كبير في الدول العربية التي تعتمد على الديزل في توليد الكهرباء، لا سيما خلال فترات ارتفاع الأحمال الموسمية، حيث قد يؤدي نقص الإمدادات إلى حدوث انقطاعات متكررة في الكهرباء، فضلاً عن زيادة الدعم المطلوب لقطاع الكهرباء في ظل ارتفاع تكلفة تشغيل المحطات، وإمكانية تأخير بعض خطط الصيانة والاستثمار إذا لم تتوافر الموارد المالية الكافية. ومع ذلك، يتوقف حجم الأثر على مزيج الوقود المستخدم في توليد الكهرباء بكل دولة (الغاز الطبيعي، والديزل، وزيت الوقود الثقيل، والفحم، والطاقة النووية، والطاقة الكهرومائية، والطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة الحيوية)، فضلاً عن توافر مخزونات الوقود والقدرة على تأمين إمدادات بديلة، ومدى جاهزية شبكات الربط الكهربائي الإقليمي وسعتها.

وتبرز أهمية التنسيق العربي في هذه الأزمة من خلال تبادل المعلومات عن المخزونات والإنتاج والتكرير، وتعزيز كفاءة استخدام المصافي، وتقييم إمكانات تبادل المنتجات بين الدول التي لديها فوائض مؤقتة وتلك التي تواجه نقصاً. غير أن هذا التعاون يتطلب مراعاة اختلاف المواصفات الفنية للديزل، والقدرات اللوجستية، والتزامات التصدير، والاعتبارات التجارية. كما أن التعاون الإقليمي لا يمكن أن يحل محل استعادة حرية حركة التجارة العالمية، لكنه قد يساعد على توزيع الإمدادات المتاحة بصورة أكثر كفاءة.

- **السيناريوهات المحتملة لمسار أزمة الديزل على المدى القريب**

يرتكز **السيناريو الأول** على انحسار التوترات الجيوسياسية العالمية، واستعادة حرية الملاحة البحرية عبر مضيق هرمز بصورة أكثر انتظاماً، وتحسن صادرات المنتجات النفطية من منطقة الشرق الأوسط، وعودة جزء من الطاقة التكريرية المتضررة إلى العمل في روسيا. وفي هذه الحالة، يتوقع تراجع علاوات المخاطر وتكاليف الشحن، وتحسن إمدادات الديزل تدريجياً، تزامناً مع إعادة

بناء المخزونات. ومع ذلك، لن تؤدي هذه التطورات بالضرورة إلى انخفاض الأسعار بشكل فوري، حيث قد يتطلب استعادة التوازن وقتاً لإعادة تشغيل المصافي، ووصول الشحنات إلى وجهاتها، وتعويض النقص في المخزونات التجارية التي استنزفت خلال الأزمة.

أما **السيناريو الثاني** فيفترض استمرار التوترات الجيوسياسية على نحو متقطع، مع تحسن جزئي في صادرات النفط الخام، ولكن دون عودة تدفقات المنتجات النفطية إلى مستوياتها المعتادة. وفي هذه الحالة، قد تواصل الأسواق الاعتماد على المخزونات الاستراتيجية لفترة أطول، إلى جانب إعادة توجيه الشحنات لتلبية احتياجات الأسواق الأكثر تأثراً. ومن شأن ذلك أن يبقي أسعار الديزل عند مستويات مرتفعة نسبياً مقارنة بمستويات ما قبل الأزمة، مع استمرار التباين بين الأسواق الإقليمية وفقاً لحجم المخزونات المتاحة والقدرة على تأمين الواردات وتكاليف الشحن والنقل.

ويتمثل **السيناريو الثالث** في تجدد التصعيد الجيوسياسي وتفاقم الأضرار التي تلحق بالمصافي والبنية التحتية للتصدير، بالتزامن مع استمرار القيود المفروضة على صادرات المنتجات النفطية من بعض الدول – لا سيما روسيا. وقد تؤدي تلك التطورات إلى حدوث مزيد من التراجع في الإمدادات، وتسارع السحب من المخزونات، وارتفاع الأسعار وعلاوات التسليم الفوري. وفي ظل هذا السيناريو، قد تتفاقم الأزمة لتتجاوز ارتفاع الأسعار وصعوبة الحصول على الديزل بتكلفة مناسبة، وصولاً إلى عدم توافر كميات كافية منه فعلياً لتلبية الطلب في بعض الأسواق، ومن ثم تعذر تلبية احتياجات بعض المستهلكين والقطاعات، بما يدفع إلى فرض قيود على الكميات المباعة أو تنظيم توزيع الوقود، مع إعطاء الأولوية للقطاعات الحيوية، مثل النقل والخدمات اللوجستية والزراعة.

- **أدوات الاستجابة المقترحة لمواجهة أزمة الديزل الحالية**

تتمثل **أولى أدوات الاستجابة** المقترحة في استخدام المخزونات النفطية الاستراتيجية والتجارية بطريقة تستهدف تخفيف الاختناقات الفعلية في السوق. ولكن استخدام المخزونات ينبغي أن يكون جزءاً من خطة متكاملة، وليس بديلاً عن استعادة الإمدادات، لا سيما وأن المخزونات النفطية محدودة بطبيعتها، وطرحها بصورة متواصلة قد يحد من القدرة على مواجهة اضطرابات لاحقة.

أما **الأداة الثانية** فترتكز على إزالة الاختناقات التي تحد من إنتاج المصافي وشحن المنتجات. ويمكن أن تشمل هذه الجهود تسريع أعمال الصيانة، وتيسير الحصول على قطع الغيار اللازمة، وتحسين التنسيق بين الموانئ وشركات النقل، وإعطاء الأولوية لشحنات الوقود الضرورية، مع الحفاظ على معايير الجودة المطلوبة.

وتعتمد **الأداة الثالثة** على تنسيق السياسات التجارية بين الدول، فقد يؤدي فرض قيود تصديرية واسعة في بعض الدول إلى زيادة الكميات المتاحة من الديزل محلياً على المدى القصير، ولكنه سيؤدي إلى تراجع الإمدادات وارتفاع الأسعار في أسواق أخرى، التي ربما تلجأ إلى اتخاذ إجراءات مقابلة.

وتشمل **الأداة الرابعة** إدارة الطلب، لا سيما في القطاعات التي تستطيع تحسين كفاءة استهلاك الديزل، دون الإضرار بالخدمات الأساسية. ويمكن تحقيق ذلك من خلال عدة إجراءات، مثل تحسين تخطيط مسارات النقل، وصيانة المحركات، وتشجيع نقل البضائع بالسكك الحديدية.

وتتمثل **الأداة الخامسة** في توجيه الدعم إلى الفئات والقطاعات الأكثر تضرراً، للمساعدة في تخفيف الآثار الاقتصادية، لا سيما وأن الإبقاء على الدعم الشامل قد يكون مكلفاً، حيث يحافظ على مستويات استهلاك مرتفعة في وقت تكون فيه الإمدادات محدودة.

▪ الخلاصة والاستنتاجات

تكشف أزمة الديزل الحالية عن تصاعد المخاطر التي تواجه أمن إمدادات المنتجات النفطية، في ظل تزامن اضطرابات الملاحة البحرية عبر مضيق هرمز مع تراجع الصادرات الروسية، وفرض الصين قيوداً متغيرة على صادرات المنتجات النفطية، إلى جانب محدودية استجابة مصافي التكرير في عدد من الأسواق الرئيسية واستمرار انخفاض المخزونات التجارية. وقد أسهم تداخل هذه العوامل في تقليص الإمدادات المتاحة من الديزل، ورفع تكاليف الشحن والتأمين، وزيادة المنافسة بين الدول المستوردة على الشحنات البديلة، بما أدى إلى ارتفاع الأسعار وهوامش التكرير إلى مستويات قياسية في عدد من الأسواق. وتؤكد هذه التطورات أن الأزمة لا ترتبط بنقص النفط الخام وحده، بل تعكس اختلالات متزامنة في إنتاج المشتقات النفطية ونقلها وتوزيعها، فضلاً عن التفاوت الجغرافي في توافر الإمدادات والقدرة على الحصول عليها في الوقت المناسب.

وتتمثل إحدى أبرز نتائج الأزمة في اتساع الفجوة بين توافر النفط الخام والقدرة على تأمين الكميات الكافية من الديزل، حيث لا يمكن تعويض نقص المنتجات المكررة بصورة مباشرة من خلال زيادة إنتاج النفط الخام أو تصديره عبر مسارات بديلة. فاستعادة التوازن تتطلب توافر طاقات تكريرية قادرة على معالجة الخامات المناسبة، وتشغيل وحدات إنتاج المقطرات الوسطى وإزالة الكبريت، إلى جانب كفاءة الموانئ وشبكات النقل والتخزين والتوزيع. وقد أظهرت التطورات الأخيرة أن ارتفاع هوامش التكرير لا يكفي وحده لتحفيز زيادة الإنتاج بالقدر المطلوب، في ظل القيود التشغيلية والأضرار التي لحقت ببعض مصافي التكرير ونقص المواد الأولية وتأجيل أعمال الصيانة. ومن ثم، فإن مرونة منظومة التكرير العالمية تعتمد على تكامل توافر النفط الخام والقدرات الصناعية والبنية التحتية اللوجستية، وليس على حجم الطاقة التكريرية الاسمية وحده.

وفي السياق ذاته، أسهم تراجع صادرات الديزل الروسية، نتيجة الأضرار التي لحقت بمصافي التكرير والقيود المفروضة على الصادرات، في زيادة الضغوط على الأسواق العالمية، لا سيما الأسواق الأوروبية. وقد أدت إعادة توجيه الشحنات الروسية وتراجع الكميات المتاحة إلى احتدام المنافسة بين المستوردين، وزيادة الاعتماد على إمدادات بديلة من الولايات المتحدة الأمريكية والهند وغيرها من المصادر. وفي المقابل، أظهرت التطورات في الصين أن تعافي الصادرات لا يضمن بالضرورة تحسناً مستداماً في الإمدادات العالمية، نظراً إلى ارتباط الكميات المتاحة بسياسات حصص التصدير وأولويات تأمين الطلب المحلي. وبذلك، أصبحت تدفقات التجارة العالمية أكثر تأثراً بالقرارات الحكومية والاعتبارات الجيوسياسية، إلى جانب العوامل الاقتصادية والتجارية التقليدية.

وتعكس مستويات المخزونات النفطية المتراجعة اتساع الضغوط على قدرة الأسواق على امتصاص صدمات الإمدادات، حيث تراجعت مخزونات نواتج التقطير الأمريكية إلى دون متوسطها خلال الأعوام الخمسة الماضية، وانخفضت مخزونات الوقود في أوروبا إلى مستويات متدنية. ورغم أهمية السحب من المخزونات الاستراتيجية والتجارية في تخفيف حدة النقص في الإمدادات على المدى القصير، فإن استمرار الاعتماد عليها لا يمثل حلاً مستداماً، بل يقلص الهوامش المتاحة لمواجهة اضطرابات لاحقة ويزيد تحديات إعادة بناء الاحتياطيات. وعليه، تبرز أهمية تقييم المخزونات وفقاً لنوع المنتجات المخزنة ومواقعها الجغرافية ومعدلات السحب والاستهلاك.

وقد انعكســت اختلالات العرض والطلب بوضــوح على أســعار الديزل وهوامش تكريره، التي ارتفعت إلى مستويات قياسية في عدد من الأسواق المستهلكة الرئيسية. ويكتسب هذا الارتفاع أهمية خاصة لأنه تجاوز في بعض الفترات وتيرته المسجلة في أسعار النفط الخام، بما يشير إلى أن الضغوط الرئيسية تتركز في سوق المنتجات المكررة وتكاليف شحنها إلى المستهلكين. ولا تقتصر التداعيات على ارتفاع أســعار الوقود عند التســليم أو البيع بالتجزئة، بل تمتد إلى زيادة تكاليف النقل البري والبحري والسكك الحديدية، وتشغيل المعدات الزراعية والآلات الصناعية، ونقل المواد الخام والسلع النهائية. ومن شأن استمرار هذه الضغوط أن يرفع تكاليف الإنتاج والتوزيع، ويضغط على هوامش أرباح الشركات، ويؤثر في القدرة التنافسية للصادرات، فضلاً عن تغذية معدلات التضخم، ولا سيما في الاقتصادات الأكثر اعتماداً على استيراد الديزل.

كما تؤكد أزمة الديزل الحالية، أن انعكاسات ارتفاع أسعار الوقود العالمية لا تنتقل إلى الأسعار المحلية بصورة فورية أو متساوية بين الدول والقطاعات، حيث تتباين وفقاً للسياسات الضريبية والدعم الحكومي وتكاليف النقل ودرجة المنافسة في الأسواق. وقد تلجأ الدول إلى تأجيل انتقال الزيادات إلى المستهلكين من خلال تخفيض الضرائب أو تقديم الدعم، إلا أن هذه التدابير تفرض أعباء مالية إضافية، وقد تصبح مكلفة إذا استمرت لفترات طويلة. وكذلك، فإن تراجع أسعار الديزل العالمية لا يضمن انخفاض الأسعار المحلية بالسرعة نفسها، في ضوء بطء انتقال انخفاض التكاليف إلى المستهلك.

وعلى صعيد الاستجابة لهذه الأزمة، اتجهت الدول إلى تبني حزمة من التدابير شملت السحب من المخزونات النفطية الاستراتيجية، وتخفيف الأعباء الضريبية، وتيسير نقل الوقود وتوزيعه، وتعديل بعض القيود التنظيمية، وتأجيل أعمال الصيانة في المصافي، إلى جانب بحث سبل تعزيز الإنتاج المحلي من المنتجات النفطية. وتعكس هذه الإجراءات اتساع نطاق التدخلات المطلوبة للتعامل مع الأزمة، لكنها تختلف في قدرتها على معالجة الأسباب الرئيسية. فالسحب من المخزونات وتخفيف الضرائب وتحسين كفاءة النقل يمكن أن يحد من الضغوط السعرية واللوجستية مؤقتاً، في حين يتطلب التعافي المستدام استعادة تدفقات التجارة البحرية، وإصلاح مرافق التكرير المتضررة، وتجنب القيود التصديرية التي تؤدي إلى نقل النقص من سوق إلى أخرى. كما أن تأجيل أعمال الصيانة قد يدعم الإمدادات على المدى القصير، لكنه قد يحد من مرونة إنتاج المصافي مستقبلاً.

وبالنسبة إلى الدول العربية، تتباين تداعيات الأزمة وفقاً لهيكل قطاع الطاقة في كل دولة، ومدى اعتمادها على مضيق هرمز، وقدراتها التكريرية والتصديرية، وحجم وارداتها من الديزل، ومدى استخدامه في توليد الكهرباء والنقل والصناعة والزراعة. حيث تواجه الدول المنتجة والمصدرة تحديات تتعلق باستمرارية الصادرات وارتفاع تكاليف الشحن، بالتوازي مع الحاجة إلى تأمين احتياجاتها المحلية من المنتجات النفطية. أما الدول المستوردة، فقد تواجه ارتفاع فاتورة الواردات والضغوط على الموازنات العامة، لا سيما في الدول التي تتحمل جزءاً كبيراً من تكلفة الوقود. وتزداد أهمية هذه المخاطر في الدول التي تعتمد على الديزل في توليد الكهرباء، حيث قد يؤدي تعثر الإمدادات إلى ارتفاع تكاليف التوليد وتأثر الخدمات الأساسية. وفي هذا الإطار، يمكن أن يسهم التنسيق العربي في تعزيز تبادل المعلومات بشأن الإنتاج والمخزونات والاحتياجات، وتقييم فرص تبادل المنتجات النفطية، وتحسين الاستفادة من القدرات التكريرية والموانئ ومسارات النقل المتاحة.

أما بشأن المسار المحتمل للأزمة، فتظل تطورات التوترات الجيوسياسية وحرية الملاحة عبر مضيق هرمز واستعادة الصادرات الروسية من المنتجات النفطية من أبرز العوامل المحددة لاتجاه السوق خلال المدى القريب. ففي حال انحسار التوترات واستعادة تدفقات التجارة، يمكن توقع تحسن تدريجي في الإمدادات وتراجع علاوات المخاطر، وإن كانت عودة الأسعار إلى مستويات ما قبل الأزمة ستتطلب وقتاً لإعادة بناء المخزونات واستعادة القدرات التشغيلية. وفي المقابل، قد يؤدي استمرار التوترات بصورة متقطعة إلى بقاء الأسعار عند مستويات مرتفعة نسبياً، مع تفاوت الضغوط بين الأسواق وفقاً لقدرتها على تأمين الواردات. أما تجدد التصعيد وتفاقم الأضرار التي تلحق بالمصافي والبنية التحتية للتصدير، بالتزامن مع استمرار القيود على الصادرات، فقد يدفع الأزمة إلى مرحلة أكثر حدة، لا تقتصر على ارتفاع الأسعار، بل تشمل نقصاً مادياً في الكميات المتاحة فعلياً ببعض الأسواق، بما قد يستدعي تنظيم التوزيع وإعطاء الأولوية للقطاعات الحيوية.

وتشير هذه السيناريوهات إلى أن التعامل الفعال مع الأزمة يتطلب الجمع بين التدخلات قصيرة الأجل والإجراءات الهيكلية التي تعزز مرونة منظومة إمدادات الديزل. فعلى المدى القصير، ينبغي توجيه السحب من المخزونات إلى الأسواق والقطاعات التي تواجه اختناقات فعلية، وتحسين التنسيق بين مرافق التكرير والموانئ وشبكات النقل والتوزيع، وتيسير استيراد الشحنات المتاحة،

وتجنب القيود التجارية التي تزيد اختلالات السوق العالمية. كما تبرز أهمية تطبيق برامج دعم موجهة للفئات والأنشطة الأكثر تضرراً، وتحسين كفاءة استهلاك الديزل في النقل والزراعة والصناعة، مع الحفاظ على توافر الوقود اللازم للخدمات الأساسية. أما على المدى المتوسط، فتتطلب الاستجابة تعزيز موثوقية مرافق التكرير والتخزين، وتنويع مصادر الاستيراد ومسارات التصدير، وتحسين شفافية بيانات المخزونات والتدفقات التجارية، ووضع خطط طوارئ تستند إلى تقييم دوري لمعدلات الاستهلاك والقدرة على تلبية الطلب في حال تعطل أحد مصادر الإمدادات.

وفي الختام، تؤكد أزمة الديزل الحالية أن أمن الطاقة لا يرتبط بتوافر الموارد النفطية وحده، بل بقدرة منظومة الإمداد بأكملها على تحويل النفط الخام إلى منتجات مطابقة للمواصفات، ونقلها وتخزينها وتوزيعها بكفاءة، حتى في ظل الاضطرابات الجيوسياسية والتجارية. كما أن انخفاض المخزونات لا يعني بالضرورة نفاد الوقود في المدى القريب، لكنه يقلص قدرة الأسواق على امتصاص صدمات إضافية ويرفع مخاطر انتقال الأزمة من ارتفاع الأسعار إلى عدم توافر كميات كافية فعلياً في بعض المناطق. ومن ثم، فإن الأولوية تتمثل في استعادة التدفقات التجارية والقدرات التكريرية المتضررة، مع الاستخدام المدروس للمخزونات وتحسين كفاءة التوزيع وإدارة الطلب، بالتوازي مع تعزيز التنسيق الدولي. ويظل نجاح هذه الجهود مرهوناً بقدرتها على معالجة اختناقات الإمدادات الفعلية، وليس الاكتفاء بتخفيف الأعباء السعرية مؤقتاً، بما يدعم استقرار أسواق الديزل ويحُد من انتقال تداعيات الأزمة إلى الاقتصاد العالمي.

المصادر

- AP News, Trump’s executive order on dyed diesel will offer little relief, farmers and truckers say, 7 October 2026.
- Australian Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water, 1 October 2026.
- Australian Ministry for Climate Change and Energy, Government extends fuel security settings, 19 September 2026.
- CNA, Why China is holding back fuel exports - and what it means for Asia’s diesel supplies, 6 October 2026.
- EIA, Short-Term Energy Outlook, October 2026.
- EIA, Today in Energy, What goes into diesel prices?, 18 September 2026.
- EIA, How much tax do we pay on a gallon of gasoline and on a gallon of diesel fuel?, January 2026.
- en.philenews, European governments roll out energy relief as Cyprus and Greece push EU for fiscal flexibility, 4 October 2026.
- European Commission, Oil Coordination Group: Continued concern about prices while supply remains stable, 29 September 2026.
- G7 Research Group, G7 Leaders’ Statement on Global Energy Security and Market Stability, 2 October 2026.
- IEA, Oil Market Report - September 2026.
- IEA, Statement by IEA Executive Director on meeting of IEA Member governments on 7 October 2026.
- India, Ministry of Petroleum & Natural Gas, Government notifies control order to curb black marketing and hoarding of diesel by unscrupulous elements, 12 June 2026.
- IMF, Pumps and Plates - Passthrough of International Fuel and Food Price Shocks to Domestic Markets, July 2026.
- iir energy, Some U.S. Refiners Deferring Maintenance from 2026 to 2027, 17 September 2026.
- iir energy, Trump Administration at Work to Offset Higher Commodity Prices, 1 October 2026.

- Japan Agency for Natural Resources and Energy, Emergency mitigation measures in light of the situation in the Middle East, 8 October 2026.
- Hydrocarbon Processing, Turkey boosts diesel imports from U.S., India after Russia ban prompts diversification, 27 August 2026.
- International Association of Movers, Diesel Hits Record Highs on Both Sides of the Atlantic, 4 September 2026.
- Industrial Info, Some U.S. Refiners Deferring Maintenance from 2026 to 2027, 17 September 2026.
- Kpler, Refining margins to remain supported through H2 as product supply lags crude flows, 26 June 2026.
- Kursiv, Trump’s diesel deal: How much fuel does Russia supply to the world?, 10 October 2026.
- Malysia, Ministry of Finance, Unsubsidized Petrol and Diesel Prices Decline from 1 to 7 October 2026, 30 September 2026.
- Market Screener, China's August refined fuel exports exceed pre-Iran war levels, jet fuel exports hit record high, 18 September 2026.
- Market Scanner, China raises fuel prices, but caps increase a second time, 24 September 2026.
- Market Scanner, India cuts windfall taxes on diesel, aviation fuel exports, 30 September 2026.
- Reuters, Russia boosted diesel exports to Central Asia in August, 21 September 2026.
- Reuters, US EIA hikes oil price forecasts again as Iran war drains global stockpile, 6 October 2026.
- Reuters, Fed policymakers divided over rate-hike logic in September, 7 October 2026.
- Reuters, Shipping group Maersk raises UK, Ireland inland emergency fuel surcharge due to Middle East conflict, 8 October 2026.
- Reuters, China to resume fuel exports after holiday pause, 9 October 2026.
- Reuters, Logistics, rising global prices could create diesel shortage in Ukraine, industry outlet says, 12 October 2026.

- Reuters, Trump administration to expand a Delek Texas refinery using Defense Production Act, 14 October 2026.
- Reuters, Vietnam extends fuel tax relief measures until end-2026, 1 October 2026.
- Reuters, Trump announces Ukraine energy ceasefire with Russia, surprising Zelenskiy, 11 October 2026.
- S&P Global, Mediterranean diesel supply tightens as Russian exports tumble, 9 July 2026.
- S&P Global, Russian export ban strains African gasoil markets, 30 July 2026
- S&P Global, APPEC: China yet to restrict refined oil product export despite tight domestic supply, 8 September 2026.
- S&P Global, Deepening supply crisis keeps European diesel prices near record high, 16 September 2026.
- S&P Global, Middle East diesel exports to Europe head for six-year low, 21 September 2026.
- S&P Global, FACTBOX: Asia weighs price and supply fallout from potential US diesel export curbs, 29 September 2026.
- S&P Global, Diesel crunch deepens as shipping costs squeeze global oil trade, 7 October 2026.
- S&P Global, Russian diesel imports unlikely to ease US fuel prices, 12 October 2026.
- The White House, Emergency tax relief on diesel fuel, 5 October 2026.
- The White House, president trump takes decisive action to lower diesel costs for American truckers, farmers, 5 October 2026.
- US Bureau of Transportation Statistics, Motor Fuel Prices – Sept. 2026.
- US. Department of Transportation, Trump’s Transportation Secretary Sean P. Duffy Takes Action to Lower Fuel Costs, 16 September 2026.
- US. Department of the Treasury, Authorizing Transactions Related to the Sale, Delivery, Offloading, and Importation of Diesel Fuel of Russian Federation Origin, 9 October 2026.



"The reality of the European gas market, its future prospects and its implications for Arab gas-exporting countries"

Dr. Sofiane OUDJIDA

The study primarily aims to present and analyze the European gas market and its evolution focusing on recent developments through an analysis of market restructuring within the framework of the "REPowerEU" plan adopted by the European Union in the wake of the Russia-Ukraine crisis, including the main EU directives and regulations taken under this plan. It also touches on future prospects for European demand for natural gas. Additionally, it discusses the implications of the energy crisis on the Arab gas-exporting countries members of "OAPEC" by analyzing exports over the past years, including the changes that occurred following this crisis.

Senior Economist Researcher, Economic Department

Abstract

Toward a Harmonized Energy Transition Framework for OAPEC Members: Aligning with the Outcomes of COP30

Dr. Khaled A. Mahdi

As the world moves into the decade of climate action culminating in COP30 in Belém, the Organization of Arab Petroleum Exporting Countries (OAPEC) stands at a pivotal moment to redefine its development path. Historically bound by its shared petroleum legacy, OAPEC's member states now face the dual imperative of sustaining economic growth while advancing toward global net-zero objectives. This brief outlines a unified policy and institutional framework designed to align OAPEC's collective energy strategy with the priorities of COP30. It emphasizes the need to reconcile economic resilience with climate ambition through the integration of renewable energy systems, the Circular Carbon Economy (CCE), and robust mechanisms for measurement, reporting, and verification (MRV). Moreover, it advances the innovative idea of recognizing the climate benefits of development projects financed by OAPEC member funds as measurable offsets to hydrocarbon emissions to turn development assistance into a strategic instrument of climate diplomacy.

Chemical Engineering Department, College of Engineering and Petroleum., Kuwait University

Abstract

Biogas and Its Role in Energy Transition and Reducing Methane Emissions

Eng. Wael Hamed Abdel Moati

Biogas is gaining increasing importance as a practical solution supporting the transition toward low-carbon energy systems. It offers a dual benefit: sustainable management of agricultural, industrial, and municipal organic waste, and the production of a locally available, low-emission energy source. By capturing methane generated from waste decomposition, biogas also contributes directly to reducing greenhouse gas emissions.

This study provides a comprehensive assessment of the technical, economic, and strategic dimensions of biogas development. It examines production pathways from diverse organic feedstocks and analyzes upgrading technologies that enable the conversion of biogas into biomethane, or renewable natural gas, suitable for injection into existing natural gas transmission and distribution networks. The study also reviews key end-use applications, including combined heat and power systems, as well as the use of biomethane as compressed or liquefied fuel in land and maritime transport.

The analysis assesses global market developments, including the geographic distribution of projects, regional feedstock mixes, and enabling policy and regulatory frameworks. It further reviews commercial-scale projects and installed capacities, highlighting how rapid expansion in plant deployment has accelerated global growth in biogas and biomethane production.

Key findings indicate that the value of biogas projects extends beyond energy sales to encompass integrated environmental, economic, and social benefits. The sector is undergoing structural transformation, with growing investment from major international energy companies and increasing market consolidation.

The study also identifies strong development potential in Arab countries, supported by abundant organic waste resources, proximity between waste sources and demand centers, and the availability of natural gas infrastructure. Together, these factors position biogas and biomethane as viable and scalable contributors to diversified, low-carbon energy systems.

Contents

Articles

Biogas and Its Role in Energy Transition and Reducing Methane Emissions 7

Eng. Wael Hamed Abdel Moati Abstract 7

Toward a Harmonized Energy Transition Framework for OAPEC Members: Aligning with the Outcomes of COP30 111

Dr. Khaled A. Mahdi Abstract 8

"The reality of the European gas market, its future prospects and its implications for Arab gas-exporting countries" 121

Dr. Sofiane OUDJIDA Abstract 9

Articles

The Global Diesel Crisis: Between Geopolitical Tensions and Market Stability Challenges 253

Maged Amer

Oil and Arab Cooperation is an Arab journal aiming at spreading petroleum and energy knowledge while following up the latest scientific developments in the petroleum industry

Articles published in this journal reflect the opinions of their authors and not necessarily those of OAPEC.

2. Articles should not exceed 40 pages (including text, tables, and figures) excluding the list of references. The full text of the article should be sent electronically as a Word document.
3. Figures, maps, and pictures should be sent in a separate additional file in JPEG format.
4. "Times New Roman" should be used with font size 12. Line spacing should be 1.5. Text alignment should be "justified".
5. Information sources and references should be referred to/enlisted in a clear academic method.
6. When citing information from any source (digital, specific vision, or analysis), plagiarism should be avoided. Such information should be rephrased by the researcher's own words while referring to the original source. For quotations, quotation marks ("…") should be used.
7. It is preferred to write the foreign names of cities, research centres, companies, and universities in English not Arabic.
8. The researcher's CV should be attached to the article if it was the first time he/she cooperates with the journal.
9. Views published in the journal reflect those of the authors and do not necessarily represent the views of OAPEC. The arrangement of the published articles is conditioned by technical aspects.
10. Authors of rejected articles will be informed of the decision without giving reasons.
11. The author of any published article will be provided with 5 complementary copies of the issue containing his/her article.

Articles and reviews should be sent to:
The Editor-in-Chiref, Oil and Arab Cooperation Journal, OAPEC

E-mail : oapec@oapecorg.org
oapecmedia@oapecorg.org
www.oapecorg.org

PUBLICATION RULES

DEFINITION AND PURPOSE

OIL AND ARAB COOPERATION is a refereed quarterly journal specialized in oil, gas, and energy. It attracts a group of elite Arab and non- Arab experts to publish their research articles and enhance scientific cooperation in the fields relevant to the issues covered by the journal. The journal promotes creativity, transfers petroleum and energy knowledge, and follows up on petroleum industry developments.

RESEARCH ARTICLES

The journal welcomes all research articles on oil, gas, and energy aiming at enriching the Arab economic literature with new additions.

BOOK AND RESEARCH REVIEWS

The journal publishes articles presenting analytical reviews on books or studies published on oil, gas, and energy in general. These reviews work as references for researchers on the latest and most important petroleum-industry-related publications.

REPORTS

They tackle a conference or seminar attended by the author on the condition that they are relevant to oil, gas, and energy. Also, the author should obtain the permission of the institution that delegated or sponsored him/her to attend that event allowing him/her to publish their article in our journal. The report should not exceed 10 pages including figures, charts, maps, and tables if available.

RESEARCH CONDITIONS

1. Publication of authentic research articles in Arabic which observe internationally recognized scientific research methodology.

OIL AND ARAB COOPERATION

Editor - in - Chief

Eng. Khalid Al-Otaibi

Secretary General, Organization of Arab Petroleum Exporting Countries (OAPEC)

Managing Editor

Mr. Abdulfattah Dandi

Director of Economics Dept. and Supervisor of Media and Library Dept.
OAPEC

Editorial Board

Eng. Imad Nassif Makki

Director of Technical Affairs Dept.
OAPEC

Dr. Dawwod Bahzad

Director Science and Technology Dept.
Kuwait Institute for Scientific Research

All Correspondences should be directed to:
Editor-in-Chief of Oil and Arab Cooperation Journal



OIL AND ARAB COOPERATION

Refereed Journal Published Quarterly by the Organization of Arab Petroleum Exporting Countries (OAPEC)

ORGANIZATION OF ARAB PETROLEUM EXPORTING COUNTRIES
OAPEC

OIL & ARAB COOPERATION



Volume 53 - 2026 - Issue 198

Articles

- Biogas and Its Role in Energy Transition and Reducing Methane Emissions

  Eng. Wael Hamed Abdel Moati

- Toward a Harmonized Energy Transition Framework for OAPEC Members: Aligning with the Outcomes of COP30

  Dr. Khaled A. Mahdi

- "The reality of the European gas market, its future prospects and its implications for Arab gas-exporting countries"

  Dr. Sofiane OUDJIDA

Reports

- The Global Diesel Crisis: Between Geopolitical Tensions and Market Stability Challenges

  Maged Amer

Refereed Journal Published Quarterly by the Organization of Arab Petroleum Exporting Countries (OAPEC)